
This is the **published version** of the article:

Nebot, Maria-Roser; Sanmartí, Neus, tut. Anàlisi de les interaccions verbals en un treball pràctic amb un model analògic d'una conca hidrogeològica. 2010. 125 p.

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/98211>

under the terms of the  license



UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

DEPARTAMENT DE DIDÀCTICA DE LA MATEMÀTICA I DE LES CIÈNCIES EXPERIMENTALS

Anàlisi de les interaccions verbals en un treball pràctic amb un model analògic d'una conca hidrogeològica

Màster de recerca en didàctica de les matemàtiques i de les ciències experimentals

Autora

Maria Roser Nebot

Tutora

Neus Sanmartí

Setembre 2010

A l'Ignasi

Als meus alumnes de 2n de Batxillerat

Agraïments

En primer lloc vull agrair a l'Elena Gayan tota l'ajuda que m'ha prestat. Hem compartit bons moments, *descobriments*, reflexions, petites frustracions i incerteses, però sobretot, juntes, com sempre, hem après molt.

A la Neus Sanmartí per les seves idees, suggeriments i indicacions, que ens han ajudat a anar definint i redirigint el treball. I també per tota la bibliografia que ens ha proporcionat per tal d'anar elaborant les bases de la nostra recerca.

A la Pilar Garcia i a la Mariona Espinet per fer-nos adonar d'algunes llacunes que tenia el nostre treball.

A la Núria Gorgorió perquè ens va situar, ens va obrir portes i ens va fer adonar de com havia de ser l'estructura del treball i ens va ajudar a aclarir les nostres idees. Per a nosaltres van ser molt valuoses les indicacions que ens va fer en la primera exposició oral del nostre treball, així com altres suggeriments que ens va anar fent al llarg del curs.

A la Digna Couso perquè ens va donar la base per poder iniciar el nostre instrument d'anàlisi i, també, ens va fer suggeriments molt útils en les dues exposicions orals. També perquè va plantejar un exercici a classe que va ser el detonant que ens va permetre *descobrir* alguns aspectes de l'anàlisi de les interaccions verbals que acabarien per ser claus en el nostre treball.

A la Begoña Poza, perquè en fer l'exercici abans esmentat va parlar de l'IRE i a l'Anama Doménech perquè en mostrar jo interès per saber de què parlaven es va prestar, immediatament, a deixar-nos els apunts on s'explicava i on també vam posar-nos en contacte per primer cop amb les bases de l'ensenyament dialògic.

A la Conxita Márquez per fer els apunts que ens va deixar l'Anama i per ajudar-me a completar les idees expressades en parlar del model cicle

hidrogeològic. I també per deixar-me el llibre de l'Ogborn, que tant em va agradar.

Al Jaume Ametller per ser una *//um* que em va ajudar a veure el que passava a les meves classes d'una manera molt clara i em va tranquil·litzar quan em vaig començar a preocupar perquè era massa *autoritària*.

A la Lorena García de la Casa i a el Joan Figuerola per *regalar-me* la pràctica i a la Pilar Garcia, un altre cop, per dirigir-los quan feien el CAP.

A l'Eulàlia Cabot per deixar-me una part del seu treball de Sociologia del Màster de Formació del Professorat de Secundària per poder fer el context del municipi de la Garriga i de l'Institut Manuel Blancafort.

A la Núria Serna perquè en l'exposició oral del seu treball de recerca del Màster de Formació del Professorat de Secundària va utilitzar uns gràfics fets amb Excel, que vaig trobar molt il·lustratiu per fer l'anàlisi de dades, i he fet servir en el meu treball.

A la Xènia Nebot Mauri (9 anys), per ajudar-me a fer algunes de les transcripcions i alguns gràfics i per dir-me: Tu aprens dels teus alumnes, oi? (*Doncs, sí!*).

A totes, i al Jaume i al Joan, moltes gràcies!

Índex

1.Introducció	1
2.Preguntes de recerca:	3
3.Objectius:.....	3
4.Justificació de la recerca.....	3
5.Context:	8
5.1.El municipi i l'Institut (extret del Treball de Sociologia d'Eulàlia Cabot).	8
5.2.El grup-classe.	10
6.Marc Teòric	16
6.1.Procés de modelització: models científics i models de ciència escolar.	17
6.2.L'ús d'analogies	18
6.3.Interaccions a l'aula.....	22
6.3.1.Tipus d'interaccions	22
7.Metodologia de recerca	27
7.1.Participants	27
7.2.Disseny de l'instrument d'anàlisi	28
7.2.1.Disseny de l'instrument d'anàlisi: categorització de les interaccions entre els alumnes i els diferents moments del MDA	28
7.2.2.Categorització de les interaccions entre els alumnes i la professora.....	34
7.3.Obtenció de les dades:.....	40
8.Resultats i discussió.....	41
9.Conclusions	55

1. Introducció

Quan em vaig plantejar el tipus de treball que volia realitzar, de seguida vaig pensar en fer un estudi relacionat amb una activitat pràctica. Durant els últims cursos he utilitzat cada vegada amb més freqüència activitats pràctiques de tipus simulació. Quan li vaig plantejar la idea a la meva tutora, Neus Sanmartí, ella em va introduir en el món de les analogies, em va proporcionar bibliografia i, així, vaig anar concretant el que volia fer. Vaig pensar en analitzar la pràctica que he utilitzat, perquè sempre que la faig penso en el gran potencial didàctic que té i volia comprovar si la meva intuïció estava fonamentada. És per això que vaig començar a filmar algunes de les parts de la pràctica, per desgràcia sense rigor suficient.

Quan vaig començar a visualitzar les gravacions em van sorgir molts dubtes i no sabia com enfrontar tota aquella informació. Gràcies a una de les meves professores del Màster, Digna Couso, tot va començar a *posar-se a lloc*, ja que em va introduir en el marc de la modelització. En parlar-ho amb la meva tutora de recerca, em va proporcionar nova bibliografia, que em va permetre començar a pensar com havia de ser l'instrument per analitzar les meves dades. Així, poc a poc, el vaig anar construint, juntament amb la meva companya Elena Gayan i gràcies als consells de la meva tutora i de les professores Núria Gorgorió i Digna Couso, que amb les seves classes i, especialment, en les dues sessions d'avaluació formativa ens van fer suggeriments molt interessants i ens van fer adonar de diverses mancances del treball. Un cop teníem dissenyat l'instrument que ens permetia estudiar el procés de modelització ens vam trobar amb problemes per categoritzar les interaccions entre els alumnes i la professora, que era l'altre objectiu important del treball. Vam començar fent servir unes categories que ens eren útils, però no teníem un marc de referència prou sòlid per fer-ne una anàlisi. Va ser gràcies a una classe de Digna Couso i una xerrada de Jaume

Ametller que ens vam començar a familiaritzar amb els estils comunicatius i vam concretar les categories que finalment hem utilitzat.

Així, aquest treball ha consistit en estudiar la tipologia de les interaccions verbals que es produeixen entre els alumnes i la professora, a l'aula de ciències, en una pràctica basada en un model analògic, que es realitza per afavorir la comprensió del model Conca Hidrogeològica. S'ha estudiat concretament la tipologia d'interaccions que es produeixen al llarg del procés de modelització que permet als alumnes construir un model de ciència escolar coherent amb el científic i, també, els estils comunicatius involucrats en aquestes interaccions. S'han detectat patrons d'interacció en els dos àmbits, que s'han descrit i analitzat.

Les conclusions no són extrapolables, ja que el nombre de participants és molt reduït (onze alumnes de 2n de Batxillerat i una professora), i només s'analitza una activitat, però concorden en gran part amb les idees exposades al marc teòric. Caldria seguir investigant per arribar a unes conclusions més fiables, però em sembla que l'instrument dissenyat s'ha demostrat vàlid per a l'anàlisi i ens dona prou base per dir que s'han assolit els objectius proposats i s'han contestat les preguntes de recerca.

Aquest treball està dedicat als meus alumnes de 2n de Batxillerat del curs 2009/10. Per conservar l'anonimat no puc posar el seu nom, però ells i elles ja saben qui són i també saben que sense la seva col·laboració i el seu interès per aprendre el treball no hagués estat el mateix. I aprofitant aquest "ells i elles" voldria dir que durant el treball s'ha parlat d'alumnes i d'alumnat i no s'ha dit cada cop les alumnes i els alumnes per no fer farragosa la lectura. Però recordem que al grup hi ha 7 noies i 4 nois.

2.Preguntes de recerca

Quines interaccions verbals es produeixen entre els alumnes i la professora, a l'aula de ciències, en una pràctica basada en un model analògic i orientada a afavorir la comprensió del model conca hidrogeològica? Com canvien aquestes interaccions al llarg de la pràctica?

3.Objectius

- Descriure i analitzar com es produeix el procés de modelització a través de l'anàlisi dels moments didàctics.
- Detectar en quines situacions es produeixen interaccions de tipus dialògic i en quines situacions les intervencions són autoritàries (des de l'autoritat).
- Detectar si es produeixen patrons d'interacció, tant respecte a la modelització com quant a l'estil comunicatiu, i analitzar com canvien al llarg de l'activitat.
- Analitzar si és necessari realitzar modificacions en el disseny de la pràctica i, si cal, proposar-ne.

4. Justificació de la recerca

Podríem pensar que les activitats pràctiques són intrínseques a la matèria de Ciències Naturals, però si analitzem la situació a les aules descobrim que en molts casos no se'n fan. Les raons aduïdes són diverses. Una gestió més

complexa de l'aula, la necessitat de proveir-se del material necessari, el fet que alguns professors pensen que cal dedicar-hi més temps que a una sessió teòrica per *arribar a obtenir el mateix resultat*, amb la consegüent sensació que *es perd el temps*. Per altra banda, quan es fan pràctiques (al laboratori o a l'aula) molt sovint es tracta de *receptes*. Els alumnes només han de seguir un guió i anar fent sense saber què fan, per què ho fan i què està passant. Fins i tot, després d'haver fet l'habitual informe de la pràctica els alumnes no han interioritzat allò que han fet, perquè no s'ha produït una reflexió i, també, perquè ells no han aportat res a la pràctica, només l'han feta.

Alguns autors indiquen que el coneixement procedimental té una naturalesa diferent que el coneixement conceptual (Pozo i Gómez Crespo 1998, citats per Garritz Ruiz i Irazoque, 2004), però d'altres (Carvalho, 2004) opinen que les pràctiques de laboratori i la teoria sobre un mateix tema han de tractar-se de manera conjunta (*entremezclados*) i que les propostes per ensenyar teoria i pràctiques han de ser les mateixes. Considerem que és en aquesta línia que cal avançar a l'hora de preparar les pràctiques.

Des de sempre hem trobat molt interessants les activitats pràctiques, però durant molt de temps les pràctiques que fèiem eren pràctiques-recepta. Poc a poc el nostre concepte de pràctica va anar evolucionant.

Per il·lustrar l'evolució utilitzarem la classificació de Leite i Figueiroa (2004) que es fixen en l'objectiu primordial, els tipus d'activitats i fan una caracterització de la tipologia de les pràctiques. Segons aquesta classificació les nostres pràctiques al principi eren activitats per familiaritzar-se amb fenòmens, activitats il·lustratives i activitats orientades a determinar què és el que passa. Més endavant vam començar a fer activitats de (re)construcció de coneixement conceptual amb guions elaborats pel professorat. Finalment, ara ja fa uns anys, vam començar a fer activitats com les indicades anteriorment en què l'alumne ha de preveure (hipòtesis), observar, explicar i reflexionar, però enlloc de donar-los un protocol elaborat es propicia la redacció d'aquests per part dels alumnes, en major o menor grau segons la pràctica i el nivell en què es fa.

També, en algunes ocasions, els alumnes fan petites investigacions, en què decideixen el problema a investigar i dissenyen el procediment.

Per una combinació de factors diversos es va començar a utilitzar models analògics a les pràctiques. Cal destacar que els factors més importants en el meu cas van ser el fet de començar a fer classes a 2n d'ESO, primer de Química i després de Física, combinat amb el fet de donar classes a Ciències de la Terra i el Medi ambient al Batxillerat. A més, els alumnes del CAP Joan Figuerola i Lorena García de la Casa van preparar la pràctica de la conca hidrogeològica i la pràctica "Fabriquem un núvol". Durant la seva realització es va poder constatar el gran potencial d'activitats d'aquesta tipologia. A partir d'aquest moment es va produir una connexió entre el que es feia a 2n d'ESO i a 1r i 2n de Batxillerat i es van començar a trobar relacions, que servien per fer una millor interpretació del món. I així, es va començar a contextualitzar les pràctiques de Física i Química i a fer pràctiques amb models analògics al Batxillerat. Actualment es fa una pràctica setmanal a 1r i a 2n de batxillerat i moltes d'elles són simulacions de diferents tipus. A més, algunes de les pràctiques de 2n d'ESO també són d'aquesta tipologia. En alguns casos es tracta d'exercicis pràctics, en d'altres es fan experiments per contrastar hipòtesis i algunes són petites investigacions.

Seguint la classificació de Tamir (1991), basada en la de Herron (1971), es poden establir diferents nivells d'indagació a les pràctiques. Aquests nivells s'inclouen a la taula següent:

Nivell d'indagació	Problemes	Procediments	Conclusions
Nivell 0	Donats	Donats	Donades
Nivell 1	Donats	Donats	Obertes
Nivell 2	Donats	Oberts	Obertes
Nivell 3	Oberts	Oberts	Obertes

Aquestes pràctiques amb models analògics poden ser de Nivell 1, 2 o 3. Les que més freqüentment es realitzen són les de nivell 1 i 2, sovint de manera combinada dins d'una mateixa pràctica, i en algunes ocasions de nivell 3, bàsicament en treballs de recerca de 2n de Batxillerat (i aquest curs de 1r).

Una de les crítiques que es fan a les activitats pràctiques és que, fins i tot quan es fan activitats de Nivell 2 o 3, els alumnes perceben el laboratori com un lloc on es fan *coses*, però no arriben a veure la connexió entre el que fan i la teoria ni el lloc que ocupa el treball fet al laboratori dins del context dels treballs científics (Tamir, 1991).

Un dels avantatges de fer pràctiques amb models analògics és el fet que permeten realitzar aquesta connexió amb la ciència per una banda i amb el món per una altra. En la pràctica que s'analitza es treballa el model Conca Hidrogeològica, que engloba el model Cicle de l'aigua. El que es vol obtenir és la idea del Balanç Hidrogeològic, en què les entrades al sistema (Precipitacions) són equivalents a les sortides del sistema (Evapotranspiració, Escolament Superficial i Infiltració).

Per fer la pràctica els alumnes fabriquen una maqueta amb una garrafa d'aigua que simula una conca hidrogeològica. La utilització de la maqueta permet, tal com diu Sanmartí (2002), establir i validar relacions amb el món real i el món dels models teòrics, ja que facilita l'observació dels fenòmens i promou la inferència i gènesi de models teòrics. Es tracta d'un model didàctic intermediari que permet discutir sobre els aspectes observats i les variables més rellevants i, en aquest cas, fins i tot simular canvis. La maqueta de la conca hidrogeològica ens representa el món (el llac, el mar, l'aquífer, el cel, les roques), ens permet observar fets (condensació, infiltració) i ens permet interactuar amb ella (reguem, extraiem aigua del pou, posem el muntatge al sol o a l'ombra). Mitjançant aquesta interacció constant entre la maqueta, els alumnes i la professora, s'arriben a comprendre i interioritzar els fenòmens que es produeixen al sistema conca i es pot arribar a establir generalitzacions que permetran predir. D'aquesta manera es pot interpretar el món, ja que s'estableix la connexió entre els fets del món i el model científic.

Amb aquesta pràctica, i les altres pràctiques associades, que es fan paral·lelament o consecutivament a aquesta, es treballen molts aspectes diferents relacionats amb la Hidrosfera. Quan s'estudia aquest tema de manera teòrica els alumnes tenen moltes dificultats en apropiar-se d'idees com el flux subterrani de l'aigua o la diferència entre un pou ordinari i un pou artesià, perquè tot i que el cicle de l'aigua és un dels processos que més s'estudia, en general no es comprèn en profunditat.

Els nens a l'escola ja de ben petits fan dibuixos o explicacions del que *li passa a una gota d'aigua*, és a dir *el camí*, que segueix una gota des d'un determinat punt d'inici, en el cicle, fins que arriba al lloc on va començar la història. Però aquest camí no és tan directe ni tan perfecte i, a més, sovint s'obvien parts molt importants, com les aigües subterrànies o el fet que també es produeix evaporació als continents o que també plou al mar. A més, normalment, no s'estudia la interacció de les aigües subterrànies amb les roques dins les quals es troben o la relació entre els llacs, els rius i el mar amb els aqüífers.

La pràctica analitzada té aspectes d'exercicis pràctics, d'experiments il·lustratius i d'experiments per contrastar hipòtesis. Quant al nivell d'indagació es mou entre l'1 i el 2. Respecte al cicle d'aprenentatge podem dir que inclou activitats d'exploració al principi de cada activitat, hi ha una fase d'introducció de nous punts de vista focalitzada en la construcció i manipulació de la maqueta, una fase d'estructuració de nous coneixements que es produeix durant les posades en comú i en les interaccions entre els alumnes i la professora. També hi ha una fase d'aplicació i/o de transferència, quan els alumnes apliquen els coneixements apresos en altres fases de la pràctica o en el seva interpretació del món propiciada per les interaccions que es produeixen durant la pràctica. Veiem així que inclou tot el cicle d'aprenentatge i hi ha proves convincentes de l'efectivitat de les activitats d'ensenyament-aprenentatge basades en aquest cicle, tal com indica Tamir citant a Lawson et al. (1989). Aquests autors també destaquen que el cicle d'aprenentatge té molts avantatges respecte a les estratègies

més tradicionals especialment quan es tracta d'activitats que impliquen el desenvolupament d'habilitats metacognitives.

Per acabar volem destacar que les pràctiques basades en models analògics tenen un altre aspecte molt important i és el fet que potencien l'autonomia dels alumnes i permeten que aquests interaccionin amb la pràctica de manera significativa, apropiant-se dels coneixements i, fins i tot, participant en el seu disseny.

5.Context:

5.1. El municipi i l'Institut (extret del Treball de Sociologia d'Eulàlia Cabot).

La Garriga és un municipi del Vallès Oriental situat a tocar del Parc Natural del Montseny i a 40 Km de Barcelona. Actualment té uns 15.000 habitants i és essencialment urbana (800 hab/Km²). És troba a l'eix Barcelona-Puigcerdà, a 10 Km de la capital comarcal, Granollers, i ben comunicat tant per carretera com per ferrocarril.

La població actual es distribueix en una piràmide d'edats equilibrada i té un nivell d'instrucció superior a la mitjana comarcal i catalana. A l'onada d'immigració dels anys 40 procedent de la resta d'Espanya, s'hi ha sumat l'onada actual, que ha crescut gradualment des del 1995. A La Garriga s'ha mantingut, però, una taxa d'immigració extracomunitària clarament inferior que la d'altres poblacions de la comarca i, en ser també d'orígens diversos, els nousvinguts han tingut més probabilitats d'integració. També és una població amb un ampli teixit associatiu i que s'ha significat puntualment pel caire reivindicatiu a nivell comarcal. La indústria i el comerç són les bases de l'economia del municipi i estan afectades actualment per la crisi global. L'atur és superior entre les dones, però en general és inferior que a la resta de poblacions de la comarca.

L'oferta educativa a nivell d'ESO i Batxillerat a la localitat inclou un altre institut públic (que ofereix Cicles Formatius), una escola concertada (només ESO) i una escola privada.

L'Institut Manuel Blancafort es va fundar el curs 1979-80 i es va instal·lar a les dependències de l'Ajuntament, a la Plaça de l'Església. El curs 1985-86 es va traslladar del centre del poble a l'actual construcció, més apartada i àmplia, però amb deficiències estructurals relacionades amb el confort. Té uns 450 alumnes i uns 50 professors. És un centre pensat per a dues línies d'ESO i des de fa temps n'hi ha tres. Necessiten més espai o menys alumnat.

És un centre que es pot considerar integrat en relació a l'entorn, perquè està obert als alumnes i el que els envolta (relació fluïda entre els professors, especialment els tutors, i els alumnes i les famílies), a l'administració local (coordinació amb altres agents educatius, relació amb els serveis socials de l'ajuntament) i a la comunitat en general (coneixement i utilització recíproca de recursos). Per exemple es fa una exposició comuna de treballs de recerca de tots els centres docents del municipi, la biblioteca estava oberta al públic (ara no per manca de pressupost) i té el Projecte ACADA on, per conveni amb empreses municipals i privades, l'alumnat d'un grup de 4^{rt} d'ESO fa pràctiques en diverses àrees professionals, a més d'assistir a classes a l'EMA (Escola Municipal d'Ensenyament). També disposen d'Associació Esportiva, Coral i Grup de Teatre, tres mostres més de la seva integració. Alguns Departaments utilitzen el *Moodle* com a suport i eina de comunicació entre el professorat i l'alumnat. És el cas del Departament de Ciències de la Naturalesa.

A les classes de ciències la relació professorat/alumnat és cordial i generalment distesa i agradable, no solen haver-hi problemes de disciplina generalitzats i s'intenta promoure la participació de tot l'alumnat.

L'alumnat del centre és bastant representatiu de la població general de La Garriga. Es tracta d'alumnes de famílies de classe treballadora, sobretot de classe mitjana i algunes de mitjana-alta. També n'hi ha de classes més baixes. El percentatge d'immigrants al centre s'escau amb el de la localitat.

La majoria d'alumnes provenen de la mateixa població i hi van a peu o els porten en cotxe, perquè no hi arriba el transport públic. També hi ha escolaritzats alumnes del Figaró, població veïna on no hi ha oferta d'ESO i el Consell Comarcal els proporciona transport i dinar gratuïts.

Els grups classe són heterogenis. En els grups que hi ha inclosos alumnes de la USEE habitualment van acompanyats d'un educador de suport (atenció a la diversitat) a les assignatures no instrumentals (les que fan conjuntament amb els seus companys de grup classe), com és el cas de les Ciències Naturals.

5.2. El grup-classe.

L'activitat analitzada en aquest treball s'ha dut a terme amb els 11 alumnes de l'assignatura optativa de Ciències de la Terra i el Medi Ambient de 2n de Batxillerat de l'Institut Manuel Blancafort de la Garriga. Són 4 nois i 7 noies. En aquesta matèria, que els alumnes també van cursar a 1r de Batxillerat, es fa, com a mínim, una pràctica setmanal al laboratori. De tant en tant, però, se'n fan dues en una mateixa setmana. Les altres classes es fan al Seminari de Ciències Naturals i tant els alumnes com la professora s'asseuen al voltant d'una taula, mirant-se, la qual cosa facilita molt la comunicació. A primer de batxillerat una de les classes es fa sempre a una aula d'ordinadors. A segon s'hi va de manera puntual. Els alumnes no tenen llibre i treballen a partir d'uns dossiers que elabora la professora. Els alumnes i la professora es comuniquen sovint per mail i, a més, hi ha una plataforma Moodle on es penjen algunes activitats i documents, però no s'hi treballa de manera habitual. Es realitza una excursió cada trimestre. La professora és la mateixa persona que realitza el treball.

La professora va conèixer als alumnes quan feien 1r de Batxillerat, no els va tenir a l'ESO, excepte en el cas d'una alumna que repeteix 2n. Aquesta alumna la va tenir a 1r i 2n d'ESO, cursos en què va ser la seva tutora, i també a 1r i 2n de Batxillerat. L'alumna repeteix curs, però va aprovar la matèria de Ciències de la Terra el curs passat. 5 dels alumnes van cursar l'ESO a l'Institut i 6 provenen d'una escola concertada i han cursat tota la

primària i la secundària junts, a la mateixa classe. La professora és tutora del Treball de Recerca de tres dels alumnes. No hi ha cap alumne immigrant i tots viuen a la Garriga. Podem dir que el clima a l'aula és de confiança mútua i aquest aspecte facilita la comunicació.

5.3. La pràctica


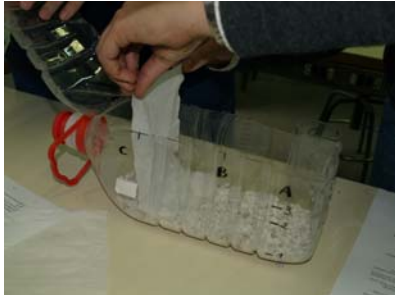

La pràctica que s'analitza es va dur a terme a finals del 1r trimestre i es va acabar just abans de les vacances de Nadal. És un petit projecte que va durar dues setmanes i va ocupar totes les hores de classe setmanals durant les quals es van combinar les activitats pràctiques al laboratori amb posades en comú al seminari.

Es va realitzar al principi del tema de la Hidrosfera i en ella es simulava una conca hidrogeològica, amb una maqueta que els alumnes, en grups de 2 o 3 persones, van construir el primer dia. Per a la pràctica analitzada es van fer 4 maquetes al voltant de les quals es van anar realitzant les diferents activitats, tant pràctiques com teòriques.

És una activitat que la professora fa cada any a 2n de Batxillerat, des del curs 2004/05, en què els seus alumnes del CAP, Lorena García de la Casa i Joan Figuerola, la van dur a terme, primer a 2n d'ESO i després a 2n de Batxillerat. La idea bàsica és la mateixa que es va proposar inicialment, però s'hi han afegit algunes variacions i es complementa amb pràctiques paral·leles, que s'han anat introduint i reelaborant al llarg dels diferents cursos. Es va publicar un article a la revista *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* on s'expliquen les activitats, tant la central (la maqueta) com les complementàries (estudi de la transpiració de les plantes, de la permeabilitat dels materials o de la formació de fonts). Es pot trobar a: <http://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/121425/167875>.







El guió que es fa servir per a la realització de l'activitat central és en anglès i va ser traduït i adaptat per la professora en una estada que va fer a la Universitat de Nottingham durant el primer trimestre del curs 2007/08. Els alumnes a 1r de Batxillerat van treballar sovint en anglès, ja que la professora era la Coordinadora del Projecte de Llengües de l'Institut i

durant el 2008/09 va gaudir de l'ajuda d'una Auxiliar de Conversa, que assistia a totes les classes que feia en anglès. Els alumnes estan habituats a treballar amb la metodologia CLIL i no van tenir dificultats per comprendre el que se'ls demanava. De tota manera, encara que el guió és en anglès i algunes de les activitats del dossier també, aquest curs l'activitat s'ha fet sobretot en català tenint en compte que la professora volia analitzar les interaccions i, de vegades, quan es fa la classe en anglès no se'n produeixen tantes i solen ser més curtes. Jane Kirsch, que està fent la seva tesi doctoral sobre les interaccions entre els alumnes i la professora en activitats realitzades amb metodologia CLIL, ha assistit durant dos cursos a diverses classes de la professora, tant en anglès com en català, i així ho ha observat. El guió en anglès s'adjunta a l'Annex i es pot trobar a: http://www.xtec.cat/cirel/pla_le/nottingham/roser_nebot/index.htm.

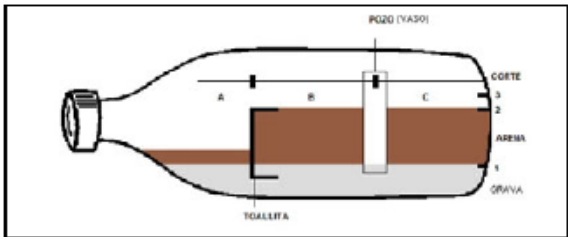
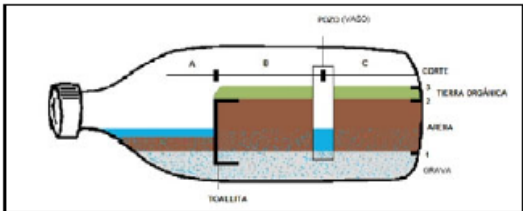
		
Posem la grava.	Posem la tovallola que ens mantindrà el <i>penyasegat</i> .	Posem el pou i posem la sorra.

Per fer la maqueta es talla una garrafa de 5L o de 8L (aquest any se'n van fer dues de cada) i dins s'hi posa grava. Llavors es posa una tovallola, que aquest curs va ser substituïda per paper film, per subjectar un *penyasegat*. A una banda (a l'esquerra a les fotografies i dibuixos) no s'hi afegeix res més i a l'altra (a la dreta a les fotografies i esquemes) s'hi posa sorra i, a

sobre de tot, terra vegetal. En aquesta zona s'hi col·loca un *pou* i una planta arrelada, però tapada per un tros d'ampolla i paper film.

		
<p>Preparem la planta.</p>	<p>Posem la terra vegetal i la planta.</p>	<p>Reguem per la part on hi ha la terra vegetal.</p>
		
<p>Anem regant i mirant com s'infiltra l'aigua.</p>	<p>Es fa el llac.</p>	<p>Segellem bé i marquem el nivell freàtic.</p>

Un cop fet el muntatge es rega per la part del penya-segat i s'observa com s'infiltra l'aigua fins que aquesta arriba al pou i després omple la part esquerra del muntatge formant un llac.




	
<p>Maqueta acabada, sense aigua.</p>	<p>Maqueta acabada, amb aigua al llac, al pou i a l'aquífer.</p>

Llavors es segella bé i es deixen la meitat de muntatges al sol i la meitat a l'ombra. Al dia següent s'observen i es comenten els muntatges, s'obren i es procedeix a explotar el pou amb una xeringa fins que s'asseca el llac. Es torna a regar fins que s'omple el llac i a la meitat de les maquetes es salinitza el llac i a l'altra meitat es contamina. Es tapen els muntatges i cadascú deixa la maqueta al lloc contrari que el dia anterior, a l'ombra si abans el tenien al sol i a l'inrevés.

Al dia següent la meitat dels grups observen si la contaminació arriba al pou i sinó s'explota el pou. La resta de grups mesuren amb un conductímetre si ha arribat la sal al pou, és a dir si s'ha produït una falca salina, i si no ha arribat es sobreexplota i es torna a mesurar. Llavors cada grup fa el que no havia fet el dia anterior, contaminar o salinitzar i es tapa el muntatge.

L'últim dia, després d'haver comprovat els efectes de la contaminació i la salinització es neteja el muntatge. Cada dia s'observa si s'ha produït condensació i on (a un costat, al sostre...) i també es destapa la planta i es mira si hi ha hagut transpiració i si s'ha afectat per la sal o la contaminació, quan és el moment. Al llarg de l'activitat es van fent posades en comú i activitats del dossier i l'últim dia s'estudia el Balanç Hidrogeològic i les correspondències entre la maqueta i els fenòmens relacionats amb les entrades i sortides del sistema. Paral·lelament s'observen unes plantes embolicades, que es posen alternativament al sol i a l'ombra, per estudiar la

transpiració. També es fa una pràctica relacionada amb les fonts, que s'ha gravat, però no s'ha analitzat.

		
Contaminant el llac des de la zona del penya-segat.	Condensació la sostre (núvols).	Comparant la transpiració d'una planta que estava al sol amb una de l'ombra.

Els alumnes participants quan van fer l'activitat ja havien fet altres simulacions a 1r i algunes a 2n, però no havien treballat mai amb una maqueta construïda per ells i que es podia manipular. Són alumnes que coneixen bé el laboratori i que estan habituats a pensar sobre les simulacions que es duen a terme i, també, a suggerir modificacions en elles. Aquest any, alguns grups van proposar algunes activitats noves, com per exemple contaminar des de la zona on hi ha la terra vegetal en lloc de fer-ho al llac.

Les pràctiques que fan amb models analògics poden tenir un guió elaborat per la professora, com és el cas que ens ocupa, poden ser creades per ells a partir d'una situació problema, però habitualment són pràctiques amb una part inicial amb un guió tancat i una segona part més oberta. En tots els casos la professora explica alguns problemes que s'han produït en altres cursos i els alumnes intenten buscar alternatives per solucionar-los.

L'objectiu en aquest cas és introduir nous conceptes, activar conceptes ja coneguts i relacionar-los amb els nous i comprovar si els alumnes són capaços d'aplicar-los correctament en altres situacions.

6. Marc Teòric

Aquesta part és comuna amb el treball d'Elena Gayan

Abans d'endinsar-nos en la base teòrica del nostre treball, creiem que és necessari puntualitzar el paradigma dins el qual s'emmarca la nostra recerca. És el constructivisme i la concepció social de l'aprenentatge de base vigostkiana allà on podem situar la tasca docent que duem a terme. Segons aquest punt de vista de l'aprenentatge, els alumnes construeixen el seu coneixement gràcies a les interaccions socials que es donen a l'aula. Aquestes interaccions es manifesten en la participació d'alumnes i professores a l'hora de construir el coneixement, així com en les interaccions entre els mateixos alumnes i es considera que a partir d'aquestes relacions interpersonals cada aprenent construeix un coneixement intrapersonal.

Un altre aspecte a destacar és l'elecció del tipus d'activitat a analitzar. Creiem que és en les activitats pràctiques on els alumnes poden manipular, experimentar i comprovar els fets que aniran entrellaçant per generar models teòrics, i revisar els que ja tenen, que puguin servir per a entendre el món.

El marc teòric l'estructurarem en les següents parts:

1. En la primera part explicarem la relació entre els Models Científics i els Models de Ciència Escolar.
2. En la segona farem referència als models analògics. Descriurem les característiques d'aquests models, l'aplicació, els avantatges didàctics i les seves limitacions.
3. Per acabar, parlarem de les intervencions orals que són utilitzades en les classes de ciències per part del professorat amb la finalitat d'establir amb els alumnes interaccions que permetin la consecució dels objectius de les activitats d'ensenyament-aprenentatge.

6.1. Procés de modelització: models científics i models de ciència escolar.

El concepte model té caràcter polisèmic i per això és important deixar clar a què ens referim quan l'utilitzem.

Utilitzant el marc teòric proposat per Adúriz et al (2005) descrivim a continuació els models relacionats amb el nostre treball.

Els científics construeixen *models experts* sobre determinats fenòmens. Aquests models són construccions humanes, que es troben a les ments dels científics i, a partir de la seva discussió donen lloc a Models Científics consensuats en un determinat moment històric. Aquests models permeten fer de pont entre el món real i la base teòrica tal i com es pot veure a la figura de Giere (1999). D'aquests models es dedueixen preguntes, es fan prediccions i serveixen per descriure i explicar els fenòmens (figura 1).

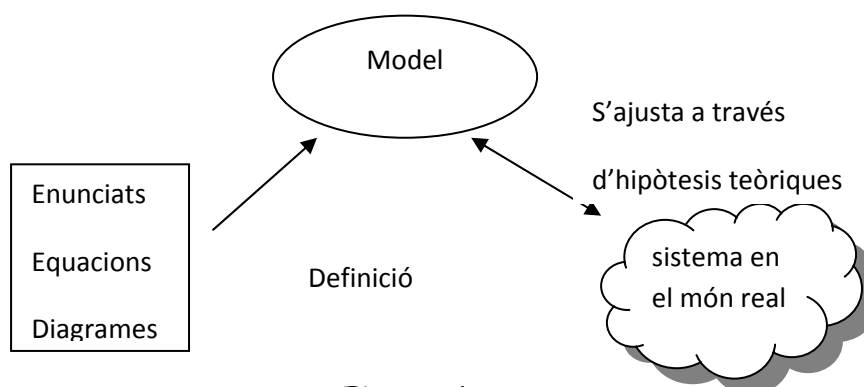


Figura: 1

Els docents reelaborem els models científics i construïm els nostres propis models sobre ells per a ser compartits amb l'alumnat a partir de processos de transposició didàctica. Són els Models de Ciència Escolar. Per fer-ho, utilitzem un ventall de Representacions Didàctiques, que porten associats diferents llenguatges (verbals, gràfics, visuals, matemàtics, etc.). Es busca que aquests models siguin holístics i facilitin la comprensió del món des d'un punt de vista científic, de manera que possibilitin que els alumnes reelaborin el seu coneixement i evolucionin cap a un Model Científic (figura 2).

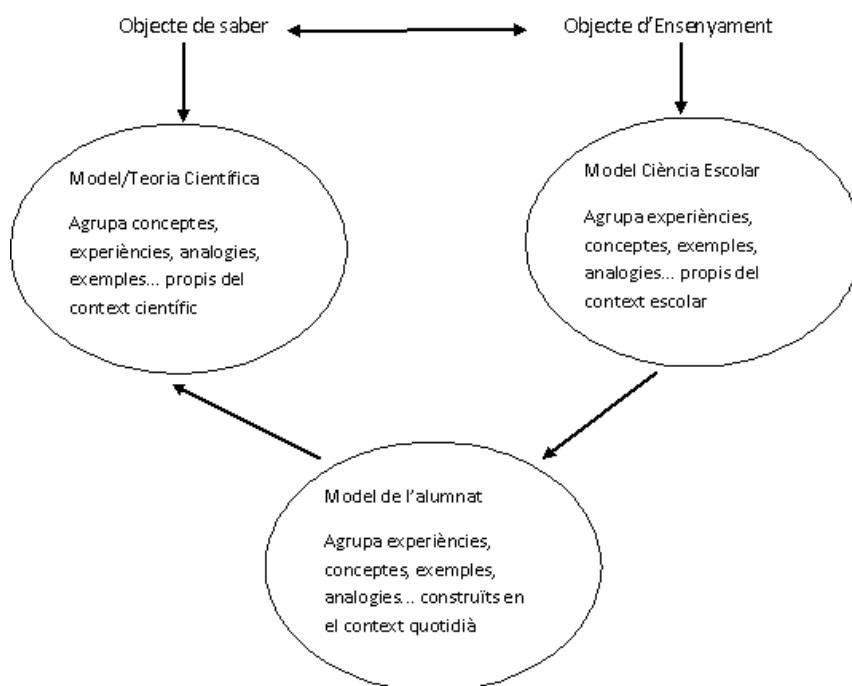


Figura 2. Font: Sanmartí (2002:89)

6.2. L'ús d'analogies

El models permeten als individus entendre fenòmens, fer inferències i prediccions, decidir les accions que cal realitzar i controlar-ne l'execució (Adúriz et al, 2005). *Construir una analogia comporta l'elaboració d'un model mental de la situació anàloga que es pren com a referència i implica també la gènesi d'un model sobre la situació o problema que es vol estudiar* (Oliva, 2001). El mateix autor indica que qualsevol model mental que elaboren els alumnes a partir dels models científics que se'ls ensenyen té un component analògic molt important.

Les analogies són comparacions entre dominis de coneixement que mantenen una certa relació de semblança entre ells (Oliva, 2001). Són procediments cognitius que recorren a un domini de coneixement per conèixer o comprendre'n un altre domini total o parcialment desconegut (Sierra Díez, 1995). Des d'un punt de vista educatiu serveixen per entendre una

determinada noció o fenomen anomenat ***objecte, problema o blanc***, a través de les relacions que estableix amb un **sistema anàleg**, més conegut i familiar per a l'alumne, que s'anomena ***àncora, base o font*** (Dagher, 1995, citat per Oliva, 2001).

En tota analogia hi ha dos components (Lawson, 1994; Godoy, 2002; citats per Galagovsky i Greco, 2009) que les autores denominen *informació analògica* i *informació científica*. Aquesta última és l'objecte del coneixement abstracte i complex que es desitja incorporar com aprenentatge. És fonamental que la informació analògica utilitzi conceptes i situacions que tinguin un clar referent a l'estructura cognitiva dels alumnes (Galagovsky, 2001).

Adúriz et al (2005) classifiquen les analogies en tres categories, tenint en compte que es tracta de comparacions explícites entre elements d'un domini base i un domini de destí que es relacionen mitjançant uns estratègia didàctica. Aquests grups són:

Les **Metàfores**, que suposen la utilització d'un domini base poètic, com és el cas de la famosa frase d'Einstein: *God doesn't play dice with the Universe*.

Els **Parells de Representacions concretes Analogables**, que és la forma més comú d'utilització d'analogies i consisteix en mostrar la semblança entre parells d'imatges, gràfics o esquemes, com és el cas de comparar un ull humà amb una càmera fotogràfica o una cèl·lula amb una fàbrica.

Els **Anàlegs Concrets**, que consisteixen en utilitzar un element de la vida quotidiana com a domini base de l'analogia. És el cas del plum pudding de J.J. Thomson, que estableix una analogia entre l'estructura de l'àtom i un púding de prunes o l'analogia entre una lumaquel·la (roca sedimentària feta de trossos de closques d'invertebrats) amb una barreta de Müsli.

I, finalment, l'**MDA (model didàctic analògic)**, que és el tipus d'analogia que, amb algunes variacions respecte al que estem descrivint, hem utilitzat a les nostres pràctiques. L'MDA és una estratègia d'ensenyament que implica la construcció activa, per part dels estudiants, dels elements del domini base

de l'analogia. (Galagovsky i Adúriz-bravo, 2001, Haim el al., 2003). Per exemple, la utilització de cartes de joc per simular fenòmens termodinàmics (Iglesias, 2010)

El treball amb l'MDA consta de quatre moments:

- Moment anecdòtic

L'analogia es presenta en forma de joc, o de **problema**, amb consignes que els estudiants han de resoldre. Cada alumne o petit grup d'alumnes troba una **forma particular** de resoldre el problema. En la **posada en comú** el rol del docent no és assenyalar les respostes correctes, sinó garantir la comunicació entre els diversos procediments abordats pels estudiants.

- Moment de conceptualització sobre l'analogia

És el moment de buscar consensos sobre els conceptes fonamentals treballats en la resolució del problema analògic. Es negocien significats, s'introdueix vocabulari precís, s'elaboren conjuntament llistes d'elements d'informació analògica per tal de correlacionar-la després amb la informació científica destí.

- Moment de correlació conceptual

Els estudiants processen la informació científica i hi troben significat i comprensió tot comparant amb els significats apresos de la informació analògica.

- Moment de metacognició.

Cada estudiant pren consciència sobre els conceptes connectors que ha construït, els conceptes erronis que ha descartat i les noves relacions apreses. Es discuteixen els avantatges i inconvenients de l'analogia.

Considerem que mitjançant la utilització d'analogies, concretament de MDA (models analògics didàctics), tal com destaca Oliva, ens recolzem en el

raonament analògic dels alumnes, ja que fem servir aquests sistemes com a entitats anàlogues dels que volem representar. En la pràctica analitzada la garrafa és la conca hidrogeològica. Els canvis que hi provoquem, les decisions que prenguem influiran en els resultats i ens simularan allò que passa en el món. Tal com diu Sanmartí (2002) els alumnes tenen les seves concepcions, que van evolucionant. En explicar, hem d'introduir protagonistes que normalment no són coneguts pels alumnes, ja siguin idees, fets o relacions entre ells. Són entitats o *trossos* de significat. Aquestes entitats van canviant de significat. Una explicació del professorat no consisteix en transmetre idees per tal que els estudiants les repeteixin, sinó que cal proporcionar *materials*, en aquest cas l'MDA, que els ajudin en la transformació del coneixement, ja que faciliten la seva reelaboració. Mitjançant l'analogia traduïm entitats que tothom pot identificar fàcilment en altres que formen part del model científic (veiem que els aqüífers estan comunicats amb les aigües superficials quan reguem i *fabriquem* un llac, veiem com la presència o absència de capa impermeable determina la pèrdua d'aigua a la planta i està relacionada amb la transpiració). Els MDA faciliten la interrelació entre allò que l'alumne pensa i el que s'explica, factor que augmenta les probabilitats de generar aprenentatge, tal com destaca Sanmartí (2002).

Segons Oliva (2001) els problemes més importants que s'han detectat en el treball amb les analogies són els següents.

- De vegades l'anàleg no és prou familiar per l'alumne i, fins i tot, pot arribar a ser tant o més complex que el fenomen que es vol estudiar.
- Normalment els alumnes no participen en la construcció de l'analogia, sinó que aquesta es presenta com una cosa feta i acabada.
- Si l'analogia és massa semblant o massa diferent al fenomen estudiat, els alumnes es poden sentir poc estimulats o bé tenir dificultats per trobar-hi relacions.

Per altra banda l'analogia pot ser una font d'errors, com és el cas del corrent d'aigua com a model analògic del corrent elèctric, que pot

comportar que els alumnes creguin que les càrregues elèctriques no poden *pujar* per un conductor, sinó que tan sols poden baixar, com passa amb l'aigua.

Una analogia sempre té limitacions que cal identificar amb els alumnes. A l'MDA es proposa fer-ho en la fase final, de metacognició, però es pot realitzar al principi o al llarg de l'activitat segons la naturalesa d'aquesta.

6.3. Interaccions a l'aula.

No és objectiu del treball analitzar el discurs multimodal que, som conscients, té lloc a l'aula (Márquez, Izquierdo, Espinet, 2003, 2006). Només ens centrarem en els aspectes orals. En primer lloc farem un resum dels treballs de Mortimer i Scott sobre l'anàlisi de les interaccions a l'aula pel que fa a l'estil comunicatiu, les seqüències d'interacció i les intervencions del professorat. Tot seguit descriurem diferents tipologies de preguntes que el professorat utilitza en les classes de ciències, que ens serviran per completar l'anàlisi d'aquestes intervencions.

6.3.1. Tipus d'interaccions

El diàleg a classe de Ciències hauria de ser una característica central de la seqüència didàctica, ja que és a través del diàleg i la interacció entre professors i alumnes que la història científica és introduïda (Scott i Ametller, 2007).

Mortimer i Scott (2003) proposen una eina per a analitzar i planificar les interaccions que tenen lloc en una aula de ciències. L'instrument és molt ampli ja que té un doble objectiu; per una banda, analitzar tot tipus d'interaccions (alumnes-alumnes i alumnes-professors) i per altra banda pot servir per a planificar les classes de ciències. En la taula següent, extreta de Mortimer i Scott (2003), es mostren els cinc aspectes que cal tenir en compte.

ASPECTES DE L'ANÀLISI

FOCUS	1. Objectius d'ensenyament	2. Contingut
ESTIL	3. Estil comunicatiu	
ACCIÓ	4. Seqüències d'interacció	5. Intervencions del professor

Per analitzar les interaccions que s'ha produït en les nostres pràctiques ens hem basat en l'**estil comunicatiu**, que segons Mortimer i Scott (2003), és la manera com el professorat es comunica amb els alumnes per desenvolupar les idees a l'aula. Hi ha dues dimensions a tenir en compte; la primera radica en la inclusió o no per part del professorat de les idees dels alumnes en el procés d'ensenyament-aprenentatge (dimensió dialògica o autoritària). La segona té en compte les interaccions que es produeixen a l'aula. En el cas d'un discurs centrat únicament en les intervencions del professorat es parla d'una dimensió no interactiva. Si es produeix la participació verbal tant del professor com dels alumnes ens trobem dins la dimensió interactiva. Quan es combinen aquestes dues dimensions, apareixen els quatre estils comunicatius que Mortimer i Scott representen segons la taula que hi ha tot seguit.

	INTERACTIU	NO INTERACTIU
DIALÒGIC	A: Interactiu/dialògic	B: No Interactiu/dialògic
AUTORITARI	C: Interactiu/autoritari	D: No Interactiu/autoritari

És important aclarir que tots els diferents estils comunicatius es poden utilitzar per aprendre ciències i que cadascun d'ells és adequat per a un tipus d'activitat, com es veurà més endavant en analitzar les dades i tal i com ens mostra la bibliografia consultada. Mentre que en els estils dialògics el professorat presenta un ampli ventall d'idees, en els estils autoritaris el professorat es centra en el punt de vista científic. Creiem que en lloc de fer servir el terme *autoritari* caldria traduir l'*authoritative* de la literatura anglesa per *des de l'autoritat* (de la Ciència).

Els diferents estils comunicatius es refereixen a com es condueix el discurs. Ens podem trobar amb un estil dialògic interactiu en què es produeix un diàleg entre professorat i alumnat recollint les idees de la

classe, que segons Scott i Ametller (2007) inclou tant els punts de vista dels alumnes com el punt de vista de la ciència escolar. En l'estil dialògic no interactiu el professorat recull els diferents punts de vista exposats. L'estil autoritari no interactiu seria el que es coneix com a classe magistral i en aquest cas el professorat es centra en el punt de vista científic, el professor parla des de l'autoritat científica. Per últim, en l'estil interactiu autoritari, el professorat es centra en un punt de vista concret i condueix als alumnes, mitjançant un seguit de preguntes i respostes (P&R), a la consolidació d'aquest punt de vista.

Els quatre estils es poden caracteritzar com s'indica a la taula següent (Scott i Asiko, 2006, citats per Scott i Ametller, 2007).

	INTERACTIU	NO INTERACTIU
DIALÒGIC	A: el professorat i els alumnes consideren un ventall d'idees diferents.	B: el professorat revisa diferents punts de vista.
AUTORITARI	C: el professorat es centra en un punt de vista específic i condueix als alumnes a través d'un patró de preguntes i respostes amb l'objectiu d'establir i consolidar aquest punt de vista.	D: El professorat presenta un determinat punt de vista.

Jaume Ametller va presentar una concreció d'aquesta taula en la sessió del mes de maig de 2010 del LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències) a l'UAB. Aquesta aportació ens va semblar molt interessant, ja que categoritza amb més detall la tipologia de les intervencions i per en el disseny de l'instrument d'anàlisi ens hem basat en la seva interpretació, que hem inclòs a continuació.

	INTERACTIU	NO INTERACTIU
Centrat en una sola idea (AUTORITARI)	Preguntes i respostes (P&R)	"Classe magistral"
Obert a diversos punts de vista (DIALÒGIC)	Elaborar Sondejar Reformular	Recapitulació

La **seqüència d'interacció** fa referència a aquells models o patrons que es produeixen en la conversa entre alumnes i professorat.

Un model molt freqüent en les classes de ciències és la interacció triàdica Iniciació-Resposta-Avaluació (I-R-A). En aquest cas el professor sol iniciar la interacció amb una pregunta, l'alumne respon i el professor avalua la resposta. Normalment aquests patrons es troben associats a un estil autoritari (des de l'autoritat el professor condueix a l'alumne fent preguntes directes i avaluant les seves respostes). Una alternativa al discurs triàdic és la variant I-R-F (Iniciació-Resposta-Feedback). En aquest cas, després de la pregunta proposada pel professor i la resposta de l'alumne, no té lloc una avaluació sinó que el professor proposa una nova pregunta per permetre que l'alumne millori, justifiqui o modifiqui la seva resposta. La seqüència pot allargar-se amb diverses respostes i feedbacks (o follow-up) encadenats. Aquest tipus de seqüències s'emmarquen en l'estil interactiu-autoritari. Com hem comentat anteriorment la *classe magistral*, en què el professor explica des de l'autoritat de la Ciència i sense intervenció de l'alumnat pertany a l'estil autoritari no interactiu.

Trobem especialment interessant el desglossament que fa Jaume Ametller de l'estil interactiu-dialògic en què estableix les categories *elaborar*, *reformular* i *sondejar*, que ajuden a comprendre millor *què està passant*. En l'estil no interactiu-dialògic trobem la *recapitulació*, en què el professorat

recull les idees exposades, fent una revisió final amb els diferents punts de vista.

D'aquesta manera Jaume Ametller integra a l'esquema algunes de les categories proposades per Mortimer i Scott en parlar de la **intervenció del professor**. Els autors proposen les categories següents en funció de la finalitat de les intervencions del professorat:

- Donar forma a les idees
- Seleccionar idees
- Remarcar les idees clau
- Compartir idees
- Comprovar la comprensió dels alumnes
- Revisar o recapitular

Com es veurà l'anàlisi de les dades, els aspectes de l'estil comunicatiu, de la seqüència d'interacció i de les intervencions del professorat no es poden deslligar, ja que es troben íntimament relacionats.

Per analitzar les intervencions de la professora al llarg de les pràctiques analitzades en principi vam fer servir també la classificació o categorització de les preguntes del professor proposada per Roca (2007). Concretament ens vam centrar en la que fa referència a les preguntes i la comunicació a l'aula. Com diu Roca, el llenguatge oral, la conversa i la interacció dins l'aula són una eina fonamental en el procés d'ensenyament-aprenentatge entès com un procés de comunicació entre alumnat, professorat i coneixement. Les preguntes que el professorat planteja són bàsiques en la gestió de la conversa, i el foment de la participació i implicació dels alumnes.

Quan el professor vol posar en contacte els coneixements del professorat, els de l'alumnat i els coneixements propis de la ciència, les preguntes tenen

un paper protagonista i es plantegen amb objectius específics, com poden ser (Roca, 2007):

- a. Promoure l'explicitació i expressió del coneixement dels alumnes
- b. Despertar l'interès dels alumnes
- c. Focalitzar, dirigir la mirada de l'alumnat cap al coneixement o contingut objecte de l'aprenentatge
- d. Avaluar els coneixements adquirits
- e. Afavorir la implicació en la valoració i en la presa de decisions

Finalment en elaborar el nostre instrument d'anàlisi no hem utilitzat aquesta categorització, però ens va servir per fer les primeres anàlisis i en fem referència en algun moment al llarg del treball, durant l'anàlisi i discussió de les dades. Així, la categorització dels estils comunicatius, les seqüències d'interacció i les intervencions del professor de Mortimer i Scott, concretades per Ametller, conformaran la base per a l'anàlisi de les nostres dades i per elaborar les nostres conclusions.

7. Metodologia de recerca

7.1. Participants

Les dades s'han recollit a una aula amb 12 participants (11 alumnes i una professora) d'un Institut de Catalunya. Els resultats obtinguts no es poden extrapol·lar i han de ser *mirats* des d'aquesta perspectiva. De tota manera, aquests resultats es poden contrastar amb la bibliografia per tal de poder treure unes conclusions més generals.

7.2. Disseny de l'instrument d'anàlisi

La base teòrica és comuna amb el treball realitzat per Elena Gayan, però adaptada a la pràctica de la conca hidrogeològica.

Per tal d'analitzar les dades obtingudes es va dissenyar una taula o graella que serveix per estudiar les interaccions entre els alumnes i el model analògic, les intervencions de la professora i el diàleg amb els alumnes.

En els dos apartats següents justificarem la categorització que s'ha utilitzat.

7.2.1. Disseny de l'instrument d'anàlisi: categorització de les interaccions entre els alumnes i els diferents moments del MDA.

En primer lloc vàrem plantejar-nos les possibles interrelacions entre el model científic, el model analògic i el fets del món, tal com recull l'esquema de la figura 1 (Font: comunicació verbal Digna Couso).

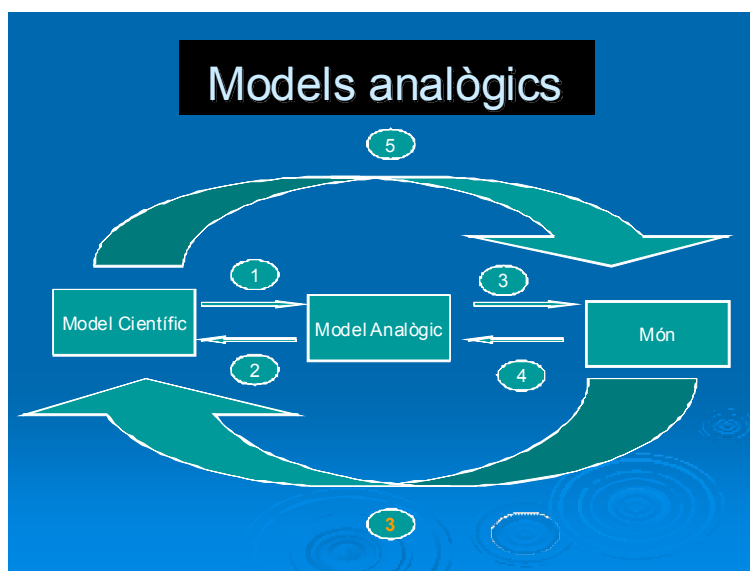


Figura 1

A partir de la revisió bibliogràfica, vàrem veure que els nostres dissenys tenien moltes similituds amb l'**MDA o Model Didàctic Analògic**, definit per Adúriz et al (2005). Per tant, vam intentar, primer, fer un esquema de la relació entre els *moments* (les fases) del MDA que proposaven aquests autors. Així vam elaborar l'esquema que hi ha a continuació (figura 2).

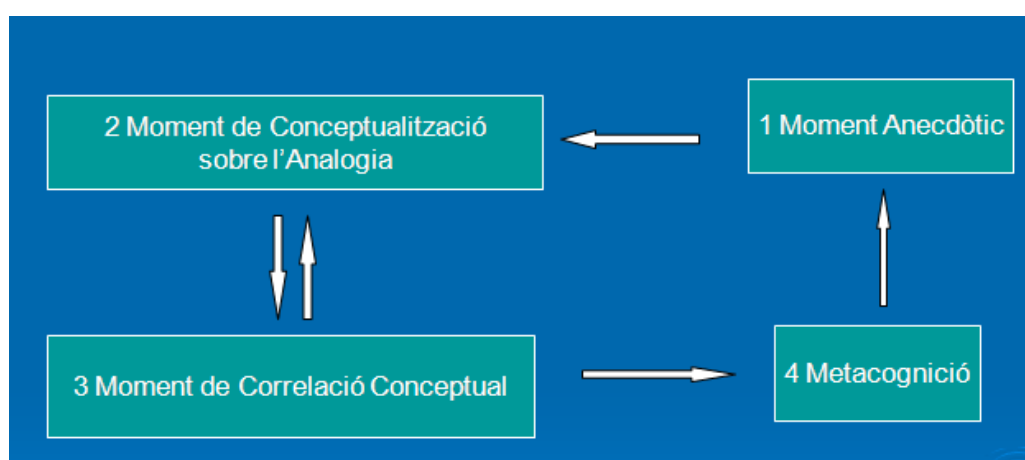


Figura 2

L'MDA s'inicia amb el **Moment Anecdòtic (1)**, que correspon a la realització de la maqueta o analogia. En aquest *moment* l'analogia es presenta com un joc o un problema amb una sèrie de consignes que els alumnes han de resoldre. Cada alumne, o petit grup d'alumnes, troba una manera idiosincràtica, personal, de resoldre aquestes consignes. Després es va una posada en comú en què la funció del professorat no és assenyalar les respostes correctes, sinó garantir la comunicació dels diferents procediments elaborats pels alumnes.

El **Moment Anecdòtic** permet que els alumnes arribin al **Moment de Conceptualització sobre l'Analogia (2)**. En aquesta segona etapa es busquen consensos entre els alumnes i la professora, es posen en comú els conceptes fonamentals, s'introdueixen noves paraules i se'n resignifiquen d'altres. Es consensuen així, els anomenats *conceptos sostén* (Galagovsky i Greco,

2009), que podríem anomenar *conceptes bastida*, fent referència a l'*scaffolding* de la bibliografia anglesa, concepte amb el qual em vaig familiaritzar quan vaig aprendre a dissenyar materials amb la metodologia AICLE (aprenentatge integrat de continguts i llengua estrangera), durant les classes que vaig rebre a la Universitat de Nottingham per part dels professors Do Coyle i Phillip Hood. Aquests conceptes consensuats permeten als alumnes processar la informació analògica, propiciant un *conocimiento analógico sustentado* (Galagovsky i Greco, 2009), que podríem anomenar *coneixement analògic fonamentat*, fent referència als fonaments d'una casa i seguint el lèxic relacionat amb la construcció d'edificis (*scaffolding-bastida, sustentado-fonamentat*).

En el **Moment de Correlació Conceptual (3)** de l'MDA, els alumnes processen la informació científica i li troben significat. L'anada i tornada constant (feed-back) des-de i cap-a els conceptes de l'analogia propicien, com indiquen Galagovsky i Greco (2009), la creació de nous *conceptes bastida*.

Per últim, hi ha el **Moment de metacognició (4)** de l'MDA, moment en què els alumnes prenen consciència del conceptes connectors que han construït, dels conceptes erronis que han descartat i de les noves relacions apreses, els *conceptes bastida apropiats*. És en aquest moment quan sorgeixen consideracions conceptuais de la idoneïtat de la maqueta i les seves limitacions.

Finalment en funció dels dos esquemes anteriors (figures 1 i 2) , en varem elaborar un de nou per a cada pràctica, i es van generar les categories definitives per a l'anàlisi de les interaccions entre els alumnes i els diferents *moments* (fases) del MDA.

Esquema i disseny de les categories d'anàlisi de la pràctica de la conca hidrogeològica.

A continuació s'adjunta l'adaptació de l'esquema de l'MDA per a aquesta pràctica (figura 3).

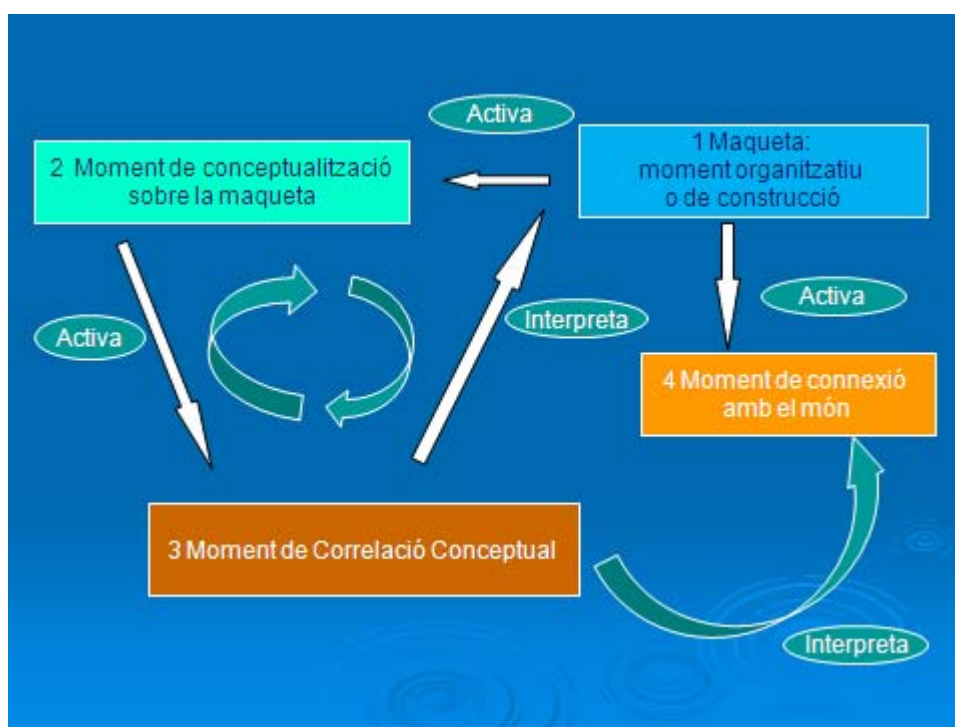


Figura 3

Tenint en compte aquest esquema, es va dissenyar una taula per a la recollida de les dades, en la qual els moments de l'analogia es van situar a les columnes i les diferents intervencions d'alumnes i professora, seqüenciades, es van situar a les files.

La taula està dissenyada de manera que les columnes de la dreta recullen les intervencions de la professora en funció dels moments didàctics i les de l'esquerra corresponen a les intervencions dels alumnes. Es tracta de columnes paral·leles simètriques (amb el mateix significat), recordant les bandes magnètiques del fons oceànic, que es van separant de la dorsal o mida que es crea nova escorça. Les columnes que analitzen el mateix

moment didàctic en el cas de la professora i els alumnes s'han acolorit de la mateixa manera per facilitar-ne la visualització.

Al centre hi ha les que estan relacionades amb la construcció i la manipulació de la maqueta (**1. Maqueta: moment organitzatiu o de construcció, en l'esquema**). Són les **columnes de color blau**, que es poden relacionar amb el Moment Anecdòtic del MDA.

1.-Maqueta: moment organitzatiu o de construcció

Potser és el moment que més s'allunya del proposat per Adúriz et al, ja que en aquest cas la professora dóna les instruccions per fer la maqueta i els alumnes no intervenen gaire en les decisions a l'hora de fer-la, només proposen petites modificacions i pregunten com cal fer alguna cosa o demanen per què es fa alguna cosa si no ho entenen. A més, no es fa cap posada en comú prèvia a la construcció de la maqueta. És per això que a la figura 3 no hi apareix el Moment Anecdòtic i s'ha canviat el nom, en tractar-se d'un moment organitzatiu, de construcció de la maqueta i no de resolució d'un problema per part dels alumnes. De tota manera, en ser una activitat que s'allarga durant dues setmanes i els alumnes hi van fent intervencions, es produeixen moments anecdòtics puntuals, com per exemple quan es prenen decisions de com salinitzar o contaminar l'aquífer. També s'han inclòs en aquest Moment didàctic totes aquelles intervencions relacionades amb l'observació de la maqueta en les posades en comú i aquelles situacions en què es manipula la maqueta de manera física, tocant-la, assenyalant-la, mirant-la, etc.

2.-Moment de conceptualització sobre la maqueta

Les dues columnes de color verd són les que corresponen al **Moment de Conceptualització sobre la Maqueta (2)** i concorden plenament amb el moment de conceptualització sobre l'analogia del MDA, en què es busquen consensos entre els alumnes i la professora, es posen en comú els conceptes fonamentals, s'introdueixen noves paraules i se'n resignifiquen d'altres. En

aquest cas, però, l'esquema utilitzat s'allunya una mica del proposat per l'MDA, ja que en aquest model es considera que cal que quedi registre escrit per part dels estudiants en el moment en què es produeix la conceptualització. En la pràctica analitzada el que es vol estudiar ja està escrit al guió i el *moment* es separa en tres fases: una primera fase en petit grup al laboratori en què gairebé no s'anota res, una segona fase oral, de posada en comú, i una tercera fase en què es contesta entre tots el que demana el guió. Aquestes últimes fases es poden realitzar en un dia diferent o en un moment diferent a la fase de conceptualització en què es consensuen les *paraules-concepte*.

3.-Moment de correlació conceptual

Les columnes de color vermell-marronós corresponen al **Moment de Correlació Conceptual (3)** de l'MDA, en què els alumnes processen la informació científica i li troben significat, per exemple poden explicar perquè s'ha produït la condensació. L'anada i tornada constant (feed-back) des-de i cap-a els conceptes de l'analogia propicien, com s'ha indicat abans, la creació dels *conceptes bastida*. Per exemple, relacionen la condensació amb l'evaporació i la transpiració i expliquen per què es produeixen en unes zones de la maqueta i en d'altres no.

4.-Moment de connexió amb el món

Per últim, les columnes de color taronja haurien de correspondre amb el Moment de metacognició de l'MDA, moment en què els alumnes prenen consciència dels conceptes connectors que han construït, dels conceptes erronis que han descartat i de les noves relacions apreses. Com ja s'ha indicat, és en aquest moment quan sorgeixen consideracions conceptuals de la idoneïtat de la maqueta i les seves limitacions. En el cas de l'activitat

analitzada aquest moment és una mica diferent. S'ha considerat que es tracta més d'un **moment de connexió amb el món (4)**, tot i que té alguns aspectes dels abans esmentats, perquè en transposar el que s'ha après a la interpretació del món s'apliquen els conceptes bastida, a partir de les noves relacions apreses. Les discussions sobre les decisions preses a l'hora d'elaborar la maqueta i les seves implicacions i la idoneïtat de les propostes de modificació dels alumnes s'han inclòs dins del **Moment de correlació conceptual**.

Així, amb la distribució de les columnes queden classificades les intervencions en la conversa en funció del moment didàctic al que corresponen i a si provenen de la professora o de l'alumnat, així es visualitza en quin *moment* es troba cada participant i per on es *mouen* tant els alumnes com la professora, com s'observa a la figura 4.

	Alumnes				Professora			
	4.- Connexió Món.	3.-Correlació conceptual	2.-Conceptualització maqueta	1.-Organització i construcció	1.-Organització i construcció	2.-Conceptualització maqueta	3.-Correlació conceptual	4.- Connexió Món.
Intervenció professora					x			
Intervenció alumna 1				x				
Intervenció professora						x		
Intervenció alumna 2		x						

Figura 4


7.2.2. Categorització de les interaccions entre els alumnes i la professora.

Per tal d'analitzar els tipus d'interacció que es produeixen entre els alumnes i la professora ens hem basat en Mortimer i Scott (2003), a través de la concreció de la seva taula feta per Ametller (2010), que hem detallat al marc teòric. En fer l'anàlisi de les nostres dades ens vam adonar que

apareixien interaccions que no quedaven definides i per això hem afegit algunes puntualitzacions i categories a aquesta taula. Quant a les categories hem afegit, en el cas de la professora, a l'apartat dialògic-interactiu *donar temps per pensar* (DT) i a l'apartat autoritari-no interactiu *dirigir (donar instruccions)*. Respecte a les puntualitzacions, en l'apartat dialògic-interactiu hem afegit a la categoria *reformular* la idea d'intervenció per avançar.

A partir de tots aquests referents s'han definit les categories a partir de les quals s'analitzen en aquest estudi el tipus d'interaccions, que es troben recollides a la taula 1 que s'ha inclòs en al pàgina següent perquè es pugui veure sencera.

Els cinc primers tipus d'intervencions són de tipus dialògic i els tres finals són intervencions des de l'autoritat. Per diferenciar-les s'han marcat amb dos colors diferents. En les interactives hem fet servir la mateixa categorització per a professors i alumnes. Són les tres primeres en el cas de les dialògiques i la que inclou preguntes i respostes focalitzades en una idea en el cas de les autoritàries. Els codis (en lletres) corresponents a cada categoria s'han utilitzat a la taula per caracteritzar cada intervenció.

També hem marcat amb un símbol  les intervencions que corresponen a situacions de marcat interès, en què els alumnes o la professora es mostren molt interessats per un fenomen, una explicació, una acció, etc. En alguns casos no hi ha símbol a la casella, i aquesta s'ha deixat *en blanc*, ja que es tracta de la descripció d'una acció que realitzen els alumnes o la professora. A les intervencions s'han afegit alguns comentaris, entre parèntesis i en cursiva, per facilitar-ne la comprensió.

D'aquesta manera, cada cel·la ens dóna informació en relació a una determinada intervenció d'alumnes i professora. Per una banda ens informa sobre el *moment del nostre MDA* en què es troben i, al mateix temps, sobre el tipus d'intervenció de la professora i dels alumnes. És a dir, permet visualitzar fàcilment si s'està parlant de la maqueta o fent-ne una conceptualització, per exemple, i a la vegada saber si la interacció que s'està

produint és dialògica o autoritària i els tipus d'intervenció concreta, és a dir si s'està sondejant, elaborant o recapitulant.

Intervencions professora		Intervencions alumnes	
S	Sondejar (promoure l'explicitació d'hipòtesis o de preguntes sobre qüestions que no es coneixen o de les quals se'n tenen dubtes)	S	Sondejar (elaboració d'hipòtesis, preguntes a la professora sobre què pot passar o sobre qüestions que no es coneixen o de les quals se'n tenen dubtes)
E	Elaborar (explicar)	E	Elaborar (explicar, aplicar coneixements)
Rf	Reformular-avançar (promoure la re-elaboració d'idees, fer intervencions per avançar)	Rf	Reformular (re-elaboració d'idees)
Rc	Recapitulació (recollir les idees exposades, fer una revisió final amb els diferents punts de vista)		
DT	Donar temps per pensar		
Dr	Dirigir (donar instruccions concretes)		
P&R	Patrons I-R-E i associats	P&R	Patrons I-R-E i associats
CM	"Classe magistral" (intervencions des de la Ciència fetes només per la professora)		

Taula 1

A la figura 5 s'adjunta un exemple en el qual hi ha els símbols que corresponen a cada tipus d'interacció col·locats dins les caselles corresponents, tant a les intervencions de cada participant com a les columnes del moment didàctic.

		Alumnes				Professora			
		4.- Connexió Món.	3.-Correlació conceptual	2.-Conceptualització maqueta	1.-Organització i construcció	1.-Organització i construcció	2.-Conceptualització maqueta	3.-Correlació conceptual	4.- Connexió Món.
P	Ah! Mira, mira! Oi, aquí! Mira! Aquí s'ha produït la condensació!!						E		
p	Mira què guapo!								
A5	Sí!			E					
A4	Què hi ha?								
P	Vale! Mira, veieu que això s'ha condensat tot?						E		
Alumnes	(Alguns alumnes estiren el coll per veure-ho. La professora gira la maqueta perquè tothom ho vegi).								
A4	Ah! Això, això que es veu ... (Assenyalant la condensació)								
P	Porteu els vostres, els que estaven a l'ombra.						Rf		
A6	(L'alumne s'aixeca per anar a buscar el seu muntatge)								
A4	Esteu dient això que hi ha aquí?			S					
p	Sí, si estem dient això, la condensació! Val (La professora espera que els alumnes portin les altres dues maquetes).						E		
A4	M.-Ah, però això és el que passa a les botelles!! (L'alumna connecta amb observacions fetes en altres ocasions, dins la seva vida quotidiana, fora de l'Institut).								

Figura 5

Com ens interessava, a més, recollir i visualitzar la relació temporal dels diferents tipus d'interaccions, vàrem utilitzar la proposta de Fanny Angulo (2002), també aplicada per Digna Couso (2002), que van dissenyar una representació basada en una tècnica d'anàlisi del discurs anomenada Gràfic d'Encadenament Temàtic (Casamiglia et al, 1997, citat per Angulo i Couso).

D'aquesta manera es pot observar l'encadenament temàtic de les interaccions entre alumnes i professora i la seva evolució durant el segment analitzat. Així, a partir de fletxes, es mostra com s'encadenen les diferents fases i permet reconèixer entre quines categories dels moments d'ús del MDA hi ha interaccions i si van variant amb el temps.

A la figura 6 s'adjunta el fragment anterior amb les fletxes que encadenen les intervencions.

		Alumnes				Professora			
		4.- Connexió Món.	3.-Correlació conceptual	2.-Conceptualització maqueta	1.-Organització i construcció	1.-Organització i construcció	2.-Conceptualització maqueta	3.-Correlació conceptual	4.- Connexió Món.
	Ah! Mira, mira! Oi, aquí! Mira! Aquí s'ha produït la condensació!!						E		
P	Mira què guapo!								
A5	E.-Sí			E					
A4	Què hi ha?								
P	Vale! Mira, veieu que això s'ha condensat tot?						E		
Alumnes	No			E					
A4	Ah! Això, això...								
P	Porteu els vostres, els que estaven a l'ombra.						Rf		
A6	Jo no veig res.			E					
A4	M.-Esteu dient això que hi ha aquí?			S					
P	P.-Sí, si estem dient això, la condensació! Val						E		
A4	M.-Ah, però això és el que passa a les botelles!! (L'alumna connecta amb una cosa que ha observat en altres ocasions dins la seva vida quotidiana, fora de l'Institut).								

Figura 6

Per altra banda quan els alumnes fan una pregunta o explicació errònies, s'ha marcat en vermell la seva intervenció, així com el símbol que n'indica la tipologia. A la figura 7 s'adjunta un fragment on s'observa aquesta distinció.

		Alumnes				Professora			
		4.- Connexió Mòn.	3.-Correlació conceptual	2.- Conceptualització maqueta	1.-Organització i construcció	1.-Organització i construcció	2.-Conceptualització maqueta	3.-Correlació conceptual	4.- Connexió Mòn.
p	Llavors... Ah? Per què? On s'ha fet aquesta condensació?						Rf		
A1	On no hi tocava el Sol?			S					
A2	A un costat			R					
P	A l'ampolla? A un costat?						DT		
P	Ara veurem...						DT		
A3	Depenent d'on venia el Sol		E						
A1	D'allà		E						
P	Depenent d'on venia el Sol						DT		
P	Depenent d'on estava col·locada...						DT		
A2	Al contrari del Sol?		S						
P	En una què??						DT		
A2	Al contrari del Sol? Perquè fa més fred?		S						
p	No, no, no, no, aquests s'han fet a la banda d'aquí.						R		
A2	(Aqui l'alumna parla d'una cosa que li va passar a casa seva). Ja, no, no, t'estic dient de la mateixa ampolla, que estava al Sol tota... Això és una pregunteta, no ... (riu en). Vale, sí l'aigua s'escalfa, però llavors la part on tocava més més el Sol està més calent, llavors és com és dif...	E							
p	Però, per què al estar més calent s'ha evaporat més...							Rf	
A2	I llavors va cap aquell cantó?		S						
A2	Però llavors no se'n va cap el lloc que està fred i s'enganxa? (Aqui es confon amb el que va passar a la pràctica del punt de rosada)		S						
p	Aquesta pregunta serà solucionada quan emboliquem les plantes aquestes.						DT		
A4	Ah! És que jo això també ho vull saber!!! (L'alumna 4 també hi era el dia que va passar i ho van discutir amb l'alumna 2, perquè no ho entenen).								

Figura 7

En alguna ocasió s'ha marcat en taronja el nom de la del món part representada per la maqueta, com és el cas del pou o del penya-segat.

7.3. Obtenció de les dades:

Per a obtenir les dades, vam gravar en vídeo totes les sessions corresponents a aquesta pràctica. La gravació de la construcció de la maqueta (primer dia) es va fer amb una càmera de vídeo fixa. Les gravacions de les primeres posades en comú es van fer amb una càmera fotogràfica i les va realitzar una de les alumnes. La resta es van fer càmera de vídeo en mà i les gravacions les va fer majoritàriament la professora, però també alguns alumnes. Com que les gravacions es van fer abans de tenir clar com calia fer-les, ens trobem que falten alguns fragments i aquest fet dificulta l'anàlisi. En una ocasió l'alumna que gravava es pensava que ho estava fent i no ho va fer i es va perdre una de les posades en comú, però en una altra ocasió es va gravar més del que es pensava, perquè la càmera no es va parar. En les gravacions de les posades en comú hi intervenen tots els alumnes a l'hora, ja que la classe es fa al voltant d'una taula amb les maquetes al mig, en canvi en les gravacions del laboratori es recullen les intervencions en petits grups, que en algunes ocasions interactuen. Les gravacions són bastant espontànies, i sovint els alumnes s'obliden que els estan gravant, però en algunes ocasions en prenen consciència i això es detecta fàcilment.

Un cop fetes totes les gravacions, es van ordenar per dates i es van visualitzar totes. Després es va fer la transcripció d'alguns fragments i es van començar a fer uns primers intents d'anàlisi. Ja des del principi es va veure que eren molt diferents els fragments gravats al laboratori dels de les posades en comú i que les interaccions canviaven tant al llarg d'una mateixa conversa com a mida que avançava la pràctica.

8. Resultats i discussió

A continuació es realitza l'anàlisi de diferents fragments de la pràctica. Les intervencions que no són literals i els comentaris s'han adjuntat entre parèntesi i escrits en lletra cursiva.

En cada cas hi ha una petita introducció per situar el que està passant, després. A continuació s'analitzen els moments didàctics implicats i el tipus d'interacció que es produeixen entre els alumnes i la professora.

Els fragments analitzats estan col·locats de manera cronològica. Al principi s'han inclòs tots els que es tenien, però cal recordar que falten les parts de l'activitat que no es van gravar. A mida que avançava l'anàlisi es va veure que donada la limitació de pàgines del treball no es podria analitzar tota. És per això que alguns fragments no s'han inclòs en no tenir prou rellevància, d'altres s'han analitzat amb l'instrument, però no s'han comentat i, finalment, alguns només s'han visualitzat. Per elaborar les conclusions, però, s'ha tingut en compte tot el que es va filmar. Les taules utilitzades per realitzar l'anàlisi s'han adjuntat en un annex, on es troben ordenades, també de manera cronològica i referenciades amb el número corresponent al fragment que s'analitza. Al principi, en els dos primers fragments, s'han adjuntat els gràfics que es van realitzar per tal de visualitzar millor la proporció relativa dels Moments Didàctics, tant en el cas dels alumnes com de la professora. Amb la pràctica, ja no es van fer necessaris per poder fer l'anàlisi, especialment en els fragments curts. De tota manera, s'adjuntaran tots els que es van realitzar, alguns en el cos del treball, però la majoria es troben a l'annex. Es tracta de gràfics qualitatius que permeten comparar a cada fragment les interaccions dels alumnes amb les de la professora i permeten fer una comparació aproximada de les interaccions de fragments diferents. S'ha inclòs el número d'interaccions que corresponen a cada Moment didàctic precisament per destacar que no es té cap pretensió quantitativa, sinó que l'objectiu d'incloure'ls és només facilitar la comprensió de les explicacions.

- **Fragment 1.-1r dia. Al laboratori: construcció de la maqueta (pàgina 1 de l'Annex).**

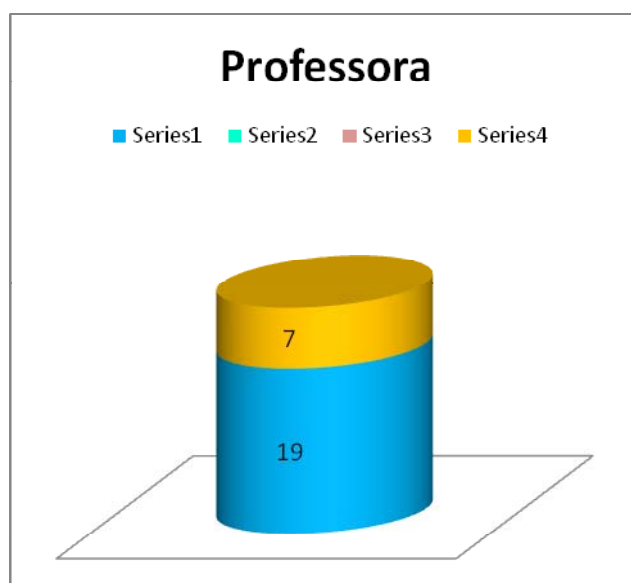
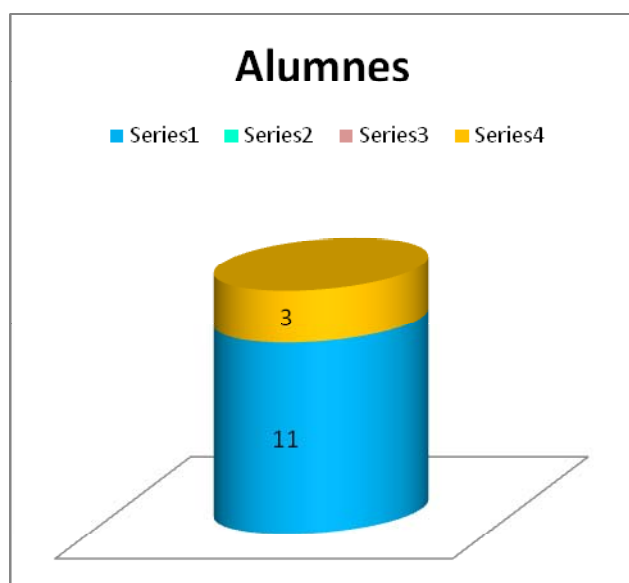
És el **primer dia** que es fa la pràctica. Som al laboratori. La professora presenta la pràctica i indica on es troba el guió al dossier. Els alumnes comencen a construir la maqueta. El fragment que s'analitza correspon a la col·locació de l'estructura que mantindrà *unit* el *penya-segat* que separa el *llac* primer, i el *mar* després, de la *terra*. També inclou la col·locació del tub que representa el pou i es recorda que cal deixar espai per a la planta, que servirà per començar a estudiar la transpiració.

Hi ha dos aspectes molt importants a destacar que van tenir una influència determinant en el desenvolupament de la pràctica. Normalment per aguantar el penya-segat es fa servir una tovallola higiènica. Quan la professora les va a buscar es troba amb què es van acabar i no se'n van comprar de noves. Se li acut fer servir paper-film per substituir-les. Durant la construcció de la maqueta una de les alumnes enganxa el paper film a la part superior de la garrafa tallada, per tal de mantenir millor l'estructura del penya-segat. Aquest fet és cabdal, perquè impedeix l'escolament superficial i evita que caigui la terra vegetal al llac, cosa que passava freqüentment els altres anys i enterbolia l'aigua i al cap d'uns dies produïa eutrofització, amb la consegüent mala olor. Per altra banda, en no haver-hi escolament superficial tota l'aigua que va arribar als pous i als llacs provenia de la infiltració. D'aquesta manera es va poder estudiar aquest procés en profunditat i també va fer que l'aigua de la *pluja* (que els alumnes van simular amb unes ampolles plenes d'aigua i els taps foradats) no arribés a formar un llac el primer dia. Aquest fet va tenir conseqüències, que s'explicaran en els fragments corresponents.

Anàlisi dels moments didàctics (procés de modelització).

Les interaccions es produeixen totes en el marc del **Moment d'organització i construcció de la maqueta**, però en les intervencions es fa referència a parts del món que són representades per estructures de la maqueta. En aquests casos, en la zona on s'anoten les interaccions s'ha marcat en

taronja el nom de la part representada (**pou**, **penya-segat**) i a l'apartat de les interaccions s'ha afegit una fletxa de **Connexió amb el món**. És en aquestes intervencions en què els alumnes comencen a relacionar la maqueta amb el que es vol representar amb ella.



Anàlisi de les interaccions

Les intervencions dels **alumnes** són bàsicament del tipus que hem categoritzat com a **Sondejar (S)**, ja que en general es tracta de preguntes dirigides a la professora per veure si estan fent bé la maqueta o per preguntar alguns aspectes que no entenen. Es detecta clarament que alguns grups són més autònoms que d'altres. Les alumnes 5 i 7 gairebé mai pregunten a la professora, llegeixen les instruccions del guió i fabriquen la maqueta i en un moment que s'han oblidat de fer una cosa en l'ordre adequat (posar el pou) ràpidament pensen com ho faran per solucionar-ho. D'altres no fan res si no estan segurs de fer-ho bé (A 6, per exemple). Un parell d'intervencions s'han categoritzat com a **E (elaborar)**, tot i que són intervencions molt curtes, perquè s'ha considerat que després de l'explicació de la professora l'alumne ha interioritzat el que calia fer. Aquests tipus d'interaccions són **dialògiques**, perquè malgrat que la

professora sovint fa abans una intervenció autoritària (com és donar instruccions), no es tracta de preguntes i respostes centrades en una sola idea, sinó que són preguntes en què els alumnes sondegen a la professora per veure si han interpretat bé el que diu el guió de pràctiques, perquè tenen clar que no han entès què calia fer o per estalviar-se'n la lectura.

En el cas de la **professora**, les intervencions són sobretot **autoritàries**, ja que el que fa es **dirigir (Dr)**, donar instruccions per tal que els alumnes elaborin la maqueta de manera adequada. Totes les seves intervencions no són iguals, però, ja que en trobem algunes clarament autoritàries, com per exemple quan recalca que cal llegir o mirar els dibuixos del guió o quan diu *El que vull que veieu és que això per sota està comunicat*, mentre que d'altres tenen alguns matisos dialògics, com: *Ah! Sí. Poseu-ho pel costat, però el que ens interessa és que ens aguantí el **penya-segat**. Perquè, sabeu quin problema teníem? Que això se'ns queia tot*. En aquest cas la professora explica un problema que han tingut en anys anteriors i això és el que porta després a una alumna a trobar la solució d'enganxar el paper film a la part de dalt. També trobem alguna intervenció de la professora clarament dialògica com és el cas de *Què us sembla? Per on? Ara què esteu fent?* (S) o la intervenció final de **recapitulació (Rc)**, en què fa partíceps a tots els alumnes de les idees interessants d'algunes de les seves companyes, quan diu: *L'A8 ha pensat en grapar el **pou**. Abans no ho fèiem, pot ser una bona idea. L'A9 ha pensat en enganxar el paper film del **penya-segat** a la part de dalt*. Com hem comentat aquesta última acció, que finalment fan tots els grups, té una gran importància en el desenvolupament de la pràctica.

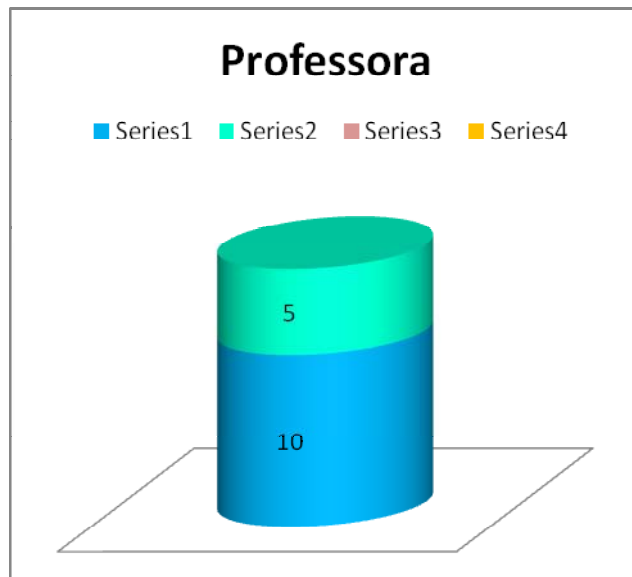
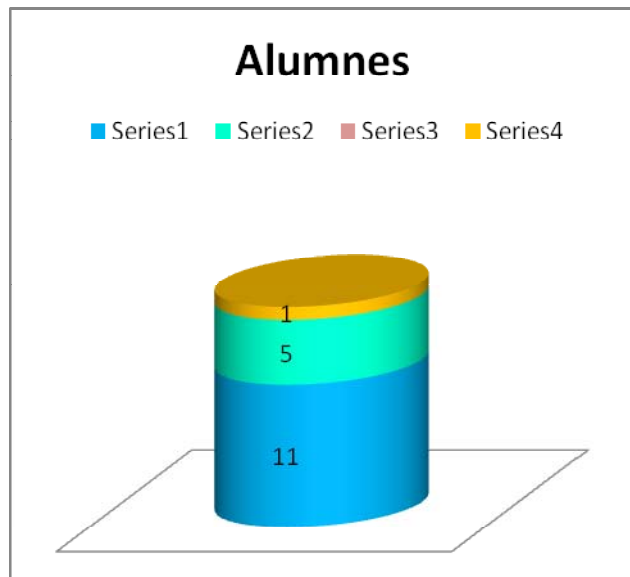
Fragment 2.-Posada en comú. 2n dia: observació de les dues maquetes deixades al sol (de fet el sol només hi arriba de manera indirecta, però estan molt més al sol que les dues que es van deixar al laboratori). (Pàgina 3 de l'Annex).

El **segon dia** es comença amb una posada en comú al seminari amb tots els participants al voltant de la taula i amb les maquetes al mig, primer només les dues que estaven al sol (parcialment) i després també les dues que estaven a l'ombra. Un cop fet això els participants es traslladen al

laboratori, destapen les seves maquetes i continuen la pràctica. En aquesta ocasió van haver de regar abans de sobreexplotar, perquè no s'havia format el llac. Va costar bastant que els llacs es formessin, perquè l'aigua havia de fer el seu camí només per infiltració. Això va determinar que una alumna es decidís a *escarbar* les pedretes de la zona on havia de formar-se el llac i va trobar l'aigua. La resta de grups van seguir el seu exemple. D'aquesta manera més endavant, en una posada en comú es va destacar el fet que potser que hi hagi aigua en una conca i no es vegi.

Aquest primer fragment del segon dia, correspon a una posada en comú. A continuació se n'analitzarà un altre de la posada en comú i finalment quatre petits fragments dels diferents grups durant la manipulació de la maqueta al laboratori.


Anàlisi dels moments didàctics (procés de modelització)



En aquest fragment s'observa com la majoria de les interaccions es centren en l'observació de la maqueta que ja tenen muntada, però que han de fer funcionar. Això porta a la conceptualització, concretada en l'observació dels llocs on s'ha produït condensació a la maqueta. Aquest concepte, la condensació, és un dels **conceptes-bastida** que es consensuen durant el

Moment de conceptualització de la maqueta. Per acabar una alumna connecta el que ha vist a la maqueta amb un fet que ha observat en diverses ocasions durant la seva vida quotidiana: les ampolles que contenen begudes de vegades presenten condensació en algunes de les seves parts i en d'altres no (**Moment de connexió amb el món**). És un fenomen que li ha cridat l'atenció en algunes ocasions i no en coneix la raó. Ara relaciona que és el mateix que passa a la maqueta. Veurem més endavant que aquesta inquietud és compartida per dues companyes seves i també veurem com al llarg de la pràctica com les alumnes arriben a interioritzar com i per què es produeix el fenomen.

Anàlisi de les interaccions

El fragment és dialògic en la seva totalitat. Es comença **sondejant (S)**, tant per part de la professora com dels alumnes, i poc a poc es van **elaborant (E)** idees (amb algunes intervencions de la professora per **donar temps per pensar als alumnes-DT**), fins que s'arriba a un **punt d'inflexió** () quan la professora observa la condensació i ho verbalitza, creant **interès** en alguns dels alumnes. Alguns alumnes s'aixequen a buscar les seves maquetes que estaven al sol i una de les alumnes mostra un gran interès, perquè connecta amb una experiència pròpia, que li ha cridat l'atenció en algunes ocasions. No considerem la intervenció de la professora en què diu als alumnes que vagin a buscar les maquetes com autoritària (s'ha categoritzat com a moment d'interès), malgrat que es fa des de l'autoritat de la ciència, perquè en adonar-se que s'ha produït la condensació, de seguida fa anar als alumnes a buscar les altres maquetes per comparar-les amb les que ja es tenen i, a més, no dóna resposta immediata a l'alumna, sinó que amb aquesta acció propicia l'ampliació de la discussió, com es veurà en el següent fragment. Per això, malgrat que dóna una ordre (*Porteu els vostres, els que estan a l'ombra*) ho fa a mena de **reformulació (Rf)**, ja que el seu objectiu és que en observar les maquetes que estaven a l'ombra els alumnes puguin veure que no s'ha produït condensació. Així, mitjançant la comparació de les maquetes s'arribarà a la conceptualització del **punt de rosada**, un altre dels **conceptes-bastida**.

Fragment 3.-Posada en comú. 2n dia: observació de les dues maquetes deixades a l'ombra i comparació amb les dues del sol.

Aquest fragment s'ha subdividit en tres parts per tal de poder-lo analitzar millor des del punt de vista dels Moments didàctics, ja que és complex i una mica més llarg que d'altres. L'anàlisi de les interaccions, però, es farà de manera conjunta al final de tot.

Anàlisi dels moments didàctics (procés de modelització)

Fragment 3.1.-S'observa en quines maquetes s'ha produït condensació i en quines no i es comença a fer-ne una conceptualització per tal d'explicar el fenomen. (Pàgina 5 de l'Annex).

En aquest fragment al principi es combinen interaccions que es troben en el **Moment d'organització i construcció de la maqueta** amb d'altres que corresponen al **Moment de conceptualització de la maqueta**. Bàsicament s'observa que ha passat respecte a la condensació fins un **punt d'inflexió** en què una alumna (A11) pregunta *Per què?* L'alumna vol saber per què en unes maquetes s'ha produït condensació i en d'altres no. Aquesta intervenció fa passar al **Moment de correlació conceptual** en què els alumnes i la professora passen a la generalització. La professora diu que *això ja ho haurien de saber* i els alumnes comencen a explicar-ho, però la professora no els deixa acabar, perquè veu que estan fent la generalització del procés de condensació, però no *veuen* per què hi ha hagut diferències a les maquetes i per això els fa tornat a la conceptualització de la maqueta amb la pregunta *On s'ha fet aquesta condensació?*

Fragment 3.2.-S'expressen dubtes relacionats amb el concepte punt de rosada. (Pàgina 7 de l'Annex).

Les interaccions retornen al **Moment de conceptualització de la maqueta** per tal d'explicar les diferències. Els alumnes, un temps abans de fer aquesta pràctica, n'havien fet una sobre el punt de rosada i alguns es confonen amb el que havien observat en ella. En la pràctica es va produir condensació sobre la superfície exterior d'un recipient en afegir gel a

l'aigua que contenia. Es va mesurar el punt de rosada. També es va augmentar la humitat de l'aire del laboratori posant aigua a bullir i es va obtenir el punt de rosada. Aquest és un concepte complex i en aquest fragment queda clar que la majoria dels alumnes no el van acabar d'interioritzar totalment. Sembla que els va quedar molt més clar el fet que amb la disminució de temperatura s'arriba abans al punt de rosada que amb l'augment d'humitat també s'hi arriba. S'han marcat en vermell les intervencions amb errors conceptuals o confusions.

Hi ha un **punt d'inflexió** quan l'A2 estableix una **connexió amb el món**, en relacionar el fet que va observar amb les seves companyes referent a les ampolles que només presentaven condensació per la banda que estava encarada al sol. Llavors la professora retorna a la **correlació conceptual** i acaba amb una intervenció que indica que al final això serà solucionat, que ho acabaran *veient* quan facin la part de la pràctica en què s'emboliquen quatre plantes grosses i dues es deixen al sol i dues a l'ombra (DT).

Fragment 3.3.-Es continua la discussió amb el concepte punt de rosada com a rera fons. (Pàgina 8 de l'Annex).

L'A4 expressa també el seu interès i això porta a la professora a retornar a la conceptualització de la maqueta per detectar què en pensen la resta d'alumnes. L'A2 i l'A4 expliquen la seva experiència, amb una petita aportació de l'A9, que també hi era i de l'A6, al qual li van explicar. Destaca l'interès que tenen en explicar-li a la professora i com expressen els seus dubtes, movent-se entre la **connexió amb el món** i la **correlació conceptual**. En aquesta última part la professora bàsicament escolta als alumnes.

Fragment 3.4.-Es conclou la posada en comú i s'arriba a consensuar el concepte punt de rosada. (Pàgina 9 de l'Annex).

En aquest fragment alumnes i professora es mouen en la **correlació conceptual** i s'arriba a la formulació per part dels alumnes de dos conceptes-bastida, el **punt de rosada** i la **saturació** (marcats amb una fletxa). S'acaba amb una pregunta del l'A2 que encara té algun dubte. La professora retorna a la **conceptualització de la maqueta**, perquè li diu que

en un moment posterior de la pràctica faran una activitat que l'ajudarà a acabar de comprendre el que passa i perquè passa **(DT)**.

Anàlisi de les interaccions

Les interaccions són dialògiques excepte una de les intervencions de la professora que fa una explicació anant més enllà del que han dit prèviament els alumnes i és autoritària **(CM)**. Es combinen les etapes de **sondeig** amb les d'elaboració i la professora va portant poc a poc, potser massa lentament, als alumnes a l'elaboració i reformulació de conceptes. D'altra banda, potser en alguns casos hauria de donar més temps als alumnes perquè poguessin acabar el seu raonament. Cal destacar els moments **de Reformulació (Rf)**, que s'han considerat **punts d'inflexió**, com el *Per què?* de l'A11 quan es pregunta per quina raó s'ha produït el fenomen o la pregunta final de la professora *On s'ha produït la condensació*. Són intervencions que focalitzen la mirada (fent referència a les categories de Roca) i permeten avançar en el raonament.

Fragment 4.-En aquest apartat s'inclouen les converses entre la professora i cadascun dels grups que es van produir al laboratori el 2n dia de l'activitat, després de les posades en comú, quan els alumnes estaven regant per la part de la terra i observaven si s'omplia el pou i si es formava el llac.

Fragment 4.1.-Grup A1, A8 i A11 i Grup A3, A6 i A11. (Pàgina 12 de l'Annex).

Es tracta d'un fragment molt curt, però que s'ha inclòs per la implicacions posteriors que té una de les accions que s'hi produeixen.

L'A11 crida a la professora i amb cara molt alegre i movent molt les mans, separant-les li diu una cosa. La professora no l'entén i li pregunta *Què dius que heu fet?* Ella li contesta *He fet un forat?* Mentre l'A8 rega i l'A1 mira pel costat la maqueta per veure si l'aigua s'infiltra i si s'omple el pou, l'A11 escarba entre les pedres del lloc on s'ha de formar el llac i troba aigua. Això l'alegra molt i ho vol compartir amb la professora. La professora li diu: *Heu*

fet un forat? Ah! Molt bé, molt bé!, però encara no s'acaba d'assabentar sobre què ha passat i, a més, un altre grup diu *Hem fet un aquífer* i la professora pregunta *Què dius que heu fet?* i se'n va a veure als alumnes A6 i A10. De fet, aquesta acció és observada pels altres grups i, més endavant, dos grups més escarben per trobar aigua quan veuen que el llac no s'acaba de formar.

Anàlisi dels moments didàctics (procés de modelització)

Tant els alumnes com la professora es centren en aspectes **d'organització i construcció de la maqueta**, amb alguna referència a aspectes **de conceptualització de la maqueta**. La importància del fragment rau en els efectes que tindrà més endavant i en el fet que s'observa com els alumnes amb la seva interacció amb la maqueta van apropiant-se de conceptes-bastida, com és el cas del concepte **aquífer**, i van observant els fenòmens que s'hi produeixen, observació que els ajudarà més endavant a l'hora de fer la **correlació conceptual**.

Anàlisi de les interaccions

Les interaccions són dialògiques, ja que alumnes i professora comparteixen accions i observacions al voltant de la maqueta.

Fragment 4.2.-Grup A9-A4-A2. (Pàgina 13 de l'Annex).

Anàlisi dels moments didàctics (procés de modelització)

Al principi les alumnes i la professora es situen en el **Moment de conceptualització de la maqueta**, ja que es qüestionen sobre què passarà amb l'aigua. Les alumnes no tenen clar el concepte-bastida **infiltració** i la professora vol que observin com va baixant l'aigua a través dels materials, formant l'aquífer, omplint el pou i formant el llac. Les alumnes es qüestionen sobre la possibilitat que l'aigua pugui infiltrar-se, tampoc tenen clar que l'aigua després pugui *pujar* pel pou. Quan veuen que l'aigua comença a omplir el pou criden a la professora. Mentre l'A9 rega, l'A4 mira què passa amb l'aigua i l'A2 escarba la part del llac per fer aflorar l'aigua. La professora

quan hi va riu, perquè veu que estan escarbant per trobar l'aigua. Més endavant s'adonarà que és això el que feia abans l'A11. En aquets moment les interaccions s'han considerat com pertanyents al **Moment d'organització i construcció de la maqueta**, perquè es tracta d'observacions directes, provinents de la manipulació de la maqueta i en aquests moments les alumnes només veuen l'aigua que puja o que surt. És per això que al final la professora torna a la **conceptualització de la maqueta** amb la seva intervenció final.

Anàlisi de les interaccions

Les interaccions són dialògiques, ja que alumnes i professora comparteixen accions i observacions al voltant de la maqueta. Les alumnes **sondegen** a la professora perquè no estan segures del què passarà. Diuen per exemple: *Què li passarà al pou?* o *Vols dir que per les pedres no li costarà més de passar?* La professora no dona una resposta a les seves preguntes, sinó que fa intervencions per **donar temps**: *Aviam?* *Què li passarà a aquest pou?* o *Ah, no sé!* Així, les alumnes han d'interaccionar amb la maqueta i veure què passa. Finalment la professora fa una intervenció que no queda clar si es tracta d'una reformulació o d'una recapitulació, perquè la filmació acaba aquí. És per això que s'ha categoritzat com a elaboració. De tota manera, es veu que la intenció de la professora és fer que les alumnes responguin a les preguntes i dubtes que havien expressat un cop han fet la observació del que ha passat.

Fragment 4.3.-Grup A5 i A7. (Pàgina 14 de l'Annex).

Les alumnes A5 i A7 són les úniques que han esperat pacientment a què s'omplís el llac i no han escarbat. Ara ja tenen el pou amb aigua i el llac format i li ensenyen a la professora i li expliquen un part del procés.

Anàlisi dels moments didàctics (procés de modelització)

En aquest fragment les alumnes i la professora es situen en el **Moment de conceptualització de la maqueta**, ja que la professora observa la maqueta i les alumnes li ensenyen el resultat de regar. De tant en tant es fa alguna

connexió amb el món en relacionar alguna de les parts de la maqueta amb allò que representa (**llac, pou**). L'A5 li ensenya a la professora el llac que se'ls ha format i el pou que conté aigua. L'A7 té clar té clar el concepte-bastida **infiltració** i fa una interpretació **explicant** perquè al principi l'aigua trigava en travessar els materials i després passava més ràpidament. L'alumna **aplica els seus coneixements** a l'observació que ha realitzat.

Anàlisi de les interaccions

Les interaccions són dialògiques, ja que alumnes i professora comparteixen accions i observacions al voltant de la maqueta. Cal dir, però, que la conversa té unes connotacions autoritàries, perquè es centra en un aspecte concret i se'n fa una explicació des de la Ciència. No es considera autoritària, perquè no és la professora la que fa les intervencions científiques, sinó que les fan les alumnes.

Fragment 4.4.-Grup A3 i A6 i A10. (Pàgina 15 de l'Annex).

Anàlisi dels moments didàctics (procés de modelització)

Tant els alumnes com la professora es centren en aspectes **d'organització i construcció de la maqueta**. No s'ha considerat que es tracti de conceptualització de la maqueta, perquè bàsicament són intervencions relacionades amb la interacció física amb la maqueta.

Anàlisi de les interaccions

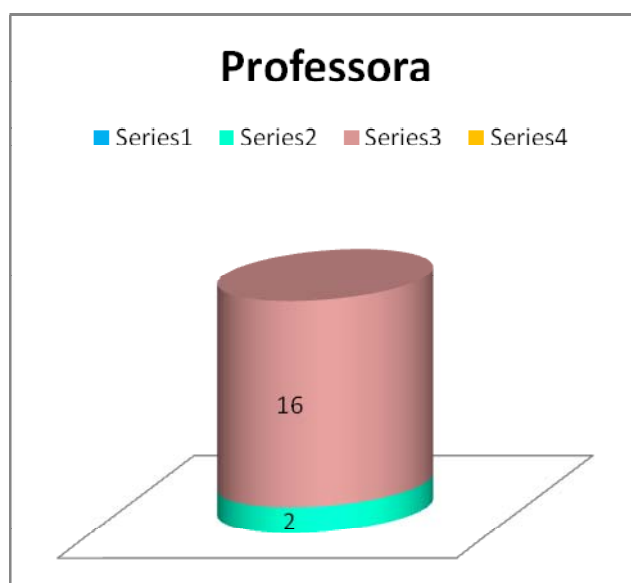
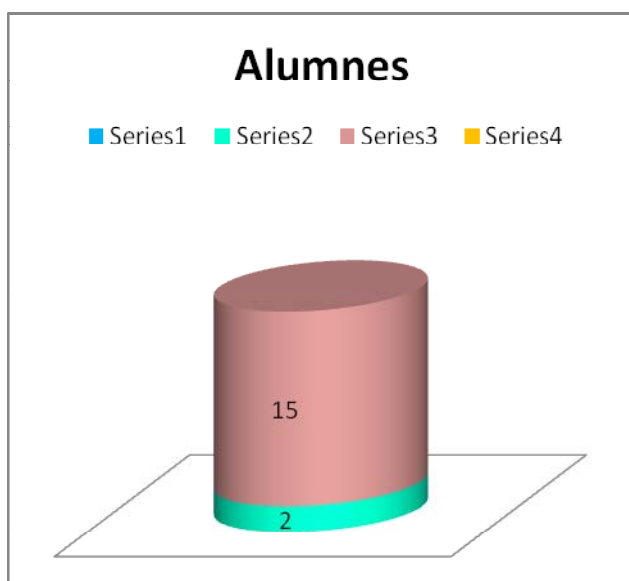
Les interaccions són dialògiques, ja que alumnes i professora comparteixen accions i observacions al voltant de la maqueta. Per tal de no fer massa categories s'ha considerat que les interaccions són Elaboracions, però en realitat es tracta d'observacions del que passa al model analògic. Hi ha una intervenció final de la professora, que no sabem si és autoritària o dialògica, perquè com no es va gravar més no sabem si la seva intenció era donar instruccions als alumnes per fer una nova intervenció a la maqueta o el que volia era fer una reformulació i portar als alumnes cap a la conceptualització.

Els fragments que s'expliquen a continuació han estat transcrits i analitzats, però només se'n farà un breu comentari general. La limitació de fulls del treball no ens permet fer-ho d'una manera més detallada. Cal dir, però, que la pràctica adquirida en la utilització de l'instrument d'anàlisi ens permet entendre ràpidament què està passant i aquests fragments també s'han pogut utilitzar per elaborar les conclusions. Per altra banda, cada fragment té, a més del títol, una petita descripció del que hi passa i en un s'adjunten els gràfics amb la comparació dels Moments didàctics d'alumnes i professora, que també es troben a l'annex.

Fragment 5.-3r dia. Posada en comú: La mida de la conca i la quantitat d'aigua. (Pàgina 16 de l'Annex).

Es comparen dues conques de la mateixa mida i es constata que la mida del llac és diferent. Es conceptualitza perquè ha passat això i es fa referència a les altres dues conques, de mida més gran, i a les conques hidrogeològiques (**Connexió amb el món**).

Fragment 6.-3r dia. Posada en comú: l'oxigen i el diòxid de carboni. (Pàgina 17 de l'Annex).



És un fragment molt interessant en què es conceptualitza perquè no es van fer forats al paper film que cobria la planta per tal que s'oxigenés. Durant la conversa s'expliciten les concepcions dels alumnes, es parla de l'intercanvi de gasos i s'acaba amb la recapitulació de la professora que expressa allò que s'ha consensuat i conclou explicant perquè no fa falta fer-li forats a la planta perquè *respiri*. En aquest fragment hi predomina la correlació conceptual, és per això que s'han inclòs els gràfics, per una millor visualització.

Fragment 7.-4t dia. Al laboratori, les alumnes A5 i A7 salinitzen l'aqüífer. (Pàgina 18 de l'Annex).

Les alumnes salinitzen el llac i una d'elles fa una hipòtesi dient que la sal no arribarà al pou si no es sobreexplosa. Un cop ha fet l'explicació, l'alumna que ha vist com la seva hipòtesi no era correcta busca una explicació científica. La conversa es dona al laboratori i es parla bàsicament de la maqueta, els fets que s'hi observen i la seva interpretació, però es fan referències a la relació entre la simulació i el món que simula.

Es disposa de la gravació de la salinització de la conca d'un altre grup i de la contaminació de la conca de dos dels grups. Recordem que la meitat dels grups primer van salinitzar la conca (un dia) i després la van contaminar (un altre dia). L'altra meitat ho va fer en ordre invers. Aquests fragments no han estat transcrits, però el que hi passa també s'ha tingut en compte en fer les conclusions.

Fragment 8.-5è dia. Posada en comú: donant-li més voltes a la condensació, en aquest cas relacionant-la amb la transpiració. (Pàgina 20 de l'Annex).

Es conceptualitza l'evaporació i la transpiració a través de l'observació i discussió per última vegada amb la maqueta i amb les plantes de mida gran que es van embolicar i es van deixar al sol i a l'ombra. En un altre fragment anterior, que no s'ha transcrit, es va discutir i relacionar cada part de la maqueta amb la part del món que representa.

Fragment 9.-5è dia. Posada en comú: es treballa la fórmula del Balanç Hidrogeològic. (Pàgina 22 de l'Annex).

S'elabora la fórmula del Balanç Hidrogeològic. Es conceptualitzen les entrades i sortides del sistema partint de l'observació de la maqueta.

Fragment 10.-Tres mesos després. Pràctica d'observació d'estomes. (Pàgina 24 de l'Annex).

Prèviament a una pràctica d'observació dels estomes de la falguera es fa una falguera es produeix una interacció entre els alumnes i la professora de tipus autoritari (P&R) on s'observa com els alumnes han integrat l'intercanvi de gasos que es produeix a l'estoma i saben relacionar les entrades i les sortides dels gasos amb els processos en els quals intervenen. Es disposa d'una altra gravació que es va fer al final de la pràctica on es produeix un diàleg similar, però amb respostes molt més ràpides i segures per part dels alumnes.

9. Conclusions

De l'anàlisi dels diversos fragments que s'han transcrit, i en molts casos comentat, es desprenen un seguit de reflexions que ens han permès contestar a les preguntes plantejades, així com assolir els objectius proposats. A continuació s'indicaran les conclusions parcials referides a cada objectiu i es conclourà responent a les preguntes de recerca que es plantegen al principi del treball.

- Descriure i analitzar com es produeix el **procés de modelització** a través de l'anàlisi dels moments didàctics (fonamentats en l'MDA).

Quant al procés de modelització s'ha observat que en un primer moment, quan s'està **construint la maqueta al laboratori** les interaccions corresponen, com és lògic, al **Moment d'organització i construcció de la**

maqueta, tot i que tant els alumnes com la professora fan referència a parts de la maqueta com *si fossin* allò que representen (com és el cas del **pou** o del **penya-segat**), produint-se ja unes primeres **connexions amb el món**. En les primeres **posades en comú** també predominen aquests moments i, en general es parla d'accions que es fan amb la maqueta (per exemple, dir on s'ha situat) o d'observacions que s'hi fan, però sense arribar a la conceptualització (per exemple *Veiem que estigui una mica mullat per algun lloc?* per part de la professora o *Aquí al cantó, aquí!* per part dels alumnes).

Molt aviat, però, tant els alumnes com la professora passen a interaccions que corresponen al **Moment de conceptualització de la maqueta**, com quan observen la condensació a les maquetes que estaven al sol i veuen que aquesta no s'ha produït a les que estaven a l'ombra o quan, a demanda de la professora, fan hipòtesis per explicar el fenomen. O també, quan troben explicacions per deduir perquè en unes maquetes s'ha format un llac més gran que en d'altres.

Aquests moments de conceptualització de la maqueta van *deixant lloc* a mida que avança l'activitat a **Moments de correlació conceptual**, cada vegada més freqüents, sent-ne un exemple clar el **fragment 6** on es parla sobre el fet que la planta fabrica oxigen i que això determina que no calgui fer-li forats al paper film que l'envolta per tal que s'oxigeni. En l'últim fragment (10), que correspon a una pràctica que es va fer tres mesos després, tant els alumnes com la professora, es mouen tota l'estona en la **correlació conceptual**.

Observem doncs, que a través de la conceptualització dels canvis a la maqueta, els alumnes i la professora van consensuant i abstraient **conceptes-bastida**, com per exemple infiltració o condensació, resultat de processar la informació analògica i la científica per tal d'interpretar les observacions. El treball entorn de la maqueta com analogia de fets del món, permet que els alumnes trobin significat a les noves idees., Així es van construint nous fragments de significat que es van interrelacionant per construir un model explicatiu propi de la Ciència Escolar, que és una

transposició didàctica del Model Científic, en aquest cas, del model conca hidrogeològica.

Els **Moments de connexió amb el món** es produeixen de dues maneres diferents. Quan s'està interaccionant amb la maqueta sovint es relaciona una part de la maqueta amb el que representa, per exemple el **sostre** de la garrafa és el **cel** i les **gotes** que s'hi formen són els **núvols** o bé la **garrafa** és la **conca**. Així, quan es parla de la maqueta sovint se la *mira* des del món, des de la *realitat*. En d'altres ocasions es connecta allò que s'està observant a la maqueta amb una experiència de la vida quotidiana, com quan les alumnes relacionen el que s'està observant i analitzant amb la condensació i amb unes observacions que van fer i discutir a casa d'una d'elles sobre la condensació de les ampolles quan estan col·locades a un lloc on hi arribava la llum del sol.

Al **laboratori**, a partir del segon dia, trobem molts **Moments d'organització i construcció de la maqueta**, quan s'observa aquesta o quan es prenen decisions sobre si es salinitzarà o contaminarà i sobre com es realitzarà el procés, però sobretot ens trobem amb **Moments de conceptualització de la maqueta**, quan es fan hipòtesis com *Què passarà amb el pou?*, quan es justifica perquè l'aigua primer baixava més lentament fent servir el concepte infiltració o quan les alumnes A7 i A5, juntament amb la professora, analitzen els resultats obtinguts a l'aigua del pou en salinitzar el llac. En molt poques ocasions hi ha intervencions de **correlació conceptual**. N'és un exemple (tímid) la intervenció final de l'A5 en què connecta amb el processos de dissolució i difusió, encara que no ho acabi de verbalitzar quan diu *Sí, i si es vol igualar*, i assenyala el mar i el pou amb un moviment tipus flux. Els **Moments de connexió amb el món**, són del mateix tipus que els que es produeixen el primer dia i consisteixen en identificar les parts de la maqueta amb allò que representen. La seqüència, malgrat que sembla seguir de manera ordenada els Moments didàctics, no sempre és tan lineal i es van intercalant intervencions dels diferents Moments. Cal destacar que la connexió amb el món d'alguna manera es troba *soterrada* en els altres Moments. Quan fabriquem la maqueta, fem una representació, una simulació

de la part del món que volem estudiar. Quan conceptualitzem sobre la maqueta estem *veient* fenòmens que es produeixen al món, fenòmens que nosaltres hem propiciat que passin per tal d'estudiar-los. Quan es fa la correlació conceptual, s'està generalitzant, buscant explicacions als fenòmens observats, però no deixen de ser els fenòmens del món. En el present treball s'ha considerat, com s'ha indicat anteriorment, que els Moments de connexió amb el món són aquells en què alumnes i professora quan miren la maqueta veuen veuen allò que representa i, també, aquells en què connecten realment amb un fenomen diferent, allunyat del que s'està treballant, observat pels alumnes a la seva vida quotidiana, com és el cas de la condensació a les ampolles de casa, però de fet l'objectiu final de la pràctica és que els alumnes siguin capaços d'interpretar què passa al món a partir de tot allò que han anat aprenent.

Així doncs, veiem que al laboratori predominen la manipulació de la maqueta i la percepció per sobre de l'abstracció, probablement perquè s'interactua molt directament amb la maqueta i s'observen els resultats de les accions que es deriven de la seva manipulació, però no hi ha un espai per a la reflexió. Es veu el que passa, però no hi ha un qüestionament sobre perquè passa. Aquesta reflexió es produeix bàsicament a les posades en comú. Al laboratori, els alumnes queden *enlluernats* pel que veuen i pel que fan, sobretot si allò que fan els resulta sorprenent, i no es prenen un temps per a la reflexió. Un cop han fet una intervenció amb la maqueta en fan una altra per veure què passa. Un dels problemes que hi ha hagut, com ja s'ha comentat, és que no es disposa de tota la filmació i en el cas del laboratori no hi ha un seguiment complet del que passa a cada grup. Quan vaig començar a fer el treball, ja em vaig adonar d'aquest problema i com al principi volia analitzar també una pràctica de 2n d'ESO vaig tenir molta més cura en la seva filmació. Finalment, a consell de la meua tutora i de les professores del Màster, vaig decidir no incloure-la. De tota manera, abans de decidir-ho, ja havia visualitzat les filmacions. En aquest cas vaig tenir l'ajut de dues alumnes del *Màster Biologia i Geologia i la seva Didàctica*, que em van fer les filmacions. En aquesta pràctica (que es va fer en dues sessions) sí que es donen de manera freqüent **Moments de correlació**

conceptual, quan la professora s'apropa als alumnes i els fa preguntes. A més, en aquest cas els alumnes havien de prendre més decisions en l'elaboració de l'analogia i això va determinar una major conceptualització. Per investigar si la correlació conceptual es produeix en les interaccions entre els alumnes, sense la presència de la professora, caldria procedir a fer gravacions de les converses del grup al llarg de tota la pràctica. Recordem que aquest no era un dels objectius del treball.

- Detectar en quines situacions es produeixen interaccions de tipus dialògic i en quines situacions les intervencions són autoritàries (des de l'autoritat).

La majoria de les interaccions analitzades són de tipus dialògic. Tan sols trobem algunes intervencions autoritàries quan la professora fa una explicació, que tot i que prové d'alguna intervenció anterior d'algun alumne, consisteix en una correlació conceptual que fa ella mateixa, com passa per exemple en el fragment 5 en el qual es parla de la mida relativa de les maquetes (de les **conques**) en què explica que potser hi hagi més aigua en una conca gran que en una petita, però que aquesta aigua no es vegi per la mateixa raó de la mida de la conca. També són intervencions autoritàries aquelles en què la professora dóna instruccions concretes, com és el cas de com cal col·locar algun material en el moment de construcció de la maqueta. Algunes de les intervencions de la professora que s'han marcat com a moments d'interès també tenen un component d'aquest tipus, perquè es dóna una instrucció o una informació per *sota* del to d'interès. El fet que la majoria de les interaccions siguin dialògiques ve afavorit pel nombre reduït de participants i per la relació cordial i de confiança mútua que tenen. No hem d'oblidar, però, que les intervencions autoritàries són necessàries per a la construcció del coneixement. Com diuen Scott i Ametller (2007), per tal que l'aprenentatge sigui significatiu, durant les seqüències d'ensenyament cal que hi hagi els dos tipus d'estil comunicatiu. Scott i Ametller consideren que l'estil autoritari (des de l'autoritat de la Ciència) permet realitzar el *closing down*, permet concloure amb intervencions que permetin aïllar i clarificar els punts de vista científics. Consideren que l'estil autoritari pot

ser la llavor per interaccions dialògiques, i a l'inrevés, que les converses dialògiques proporcionen la necessitat d'intervencions autoritàries. Aquests aspectes queden reflectits als fragments analitzats. Les intervencions autoritàries de la professora sovint corresponen a demandes dels alumnes i algunes intervencions autoritàries de la professora promouen interaccions dialògiques, com és el cas dels *Per què?* o *I això depèn només de...?*. En aquests casos la professora de vegades respon des de la Ciència, però molt sovint sondeja als alumnes i s'inicia una seqüència d'interaccions dialògiques. Caldria potenciar activitats que portessin a interaccions autoritàries iniciades per l'alumnat. Crec que les pràctiques amb models analògics poden ser una bona estratègia per aconseguir-ho. El que sí s'ha observat és que a les posades en comú a mida que avança l'activitat és més freqüent trobar una resposta col·lectiva dels alumnes a les preguntes de la professora, cosa que demostra que l'alumnat es va apropiant dels coneixements que es van treballant. I que a la seqüència de Preguntes i Respostes (autoritàries) del l'últim fragment (10) són tots, o gairebé tots, els alumnes que responen al mateix temps i de manera correcta a les preguntes de la professora.

- Detectar si es produeixen patrons d'interacció, tant respecte a la modelització com quant a l'estil comunicatiu, i analitzar com canvien al llarg de l'activitat.

S'han detectat patrons d'interacció tant en el procés de modelització com en els estils comunicatius, i en el cas dels alumnes i de la professora.

Quant al **procés de modelització** s'ha vist, com ja s'ha indicat anteriorment, que els **Moments de correlació conceptual** són més freqüents en les posades en comú a mida que avança la pràctica, però gairebé inexistents a les sessions al laboratori. Els **Moments d'organització i construcció de la maqueta** al laboratori apareixen al principi de tot, però també els trobem en altres situacions al llarg de la pràctica. Cal dir que segurament aquests **Moments** deuen ser molt més freqüents en les converses entre els alumnes, però com en aquest treball s'han estudiat les interaccions entre els alumnes i la professora en els fragments analitzats són molt més abundants els **Moments de conceptualització de la maqueta**. Els **Moments de connexió**

amb el món apareixen d'una manera molt més aleatòria, depenent de la utilització dels alumnes i de la professora de les paraules del món real per designar les parts de la maqueta o de si alguna acció o intervenció connecta amb alguna experiència prèvia de la vida quotidiana.

Respecte als **estils comunicatius** en centrarem primer en les interaccions de tipus dialògic, ja que són la majoria. De l'anàlisi es desprèn que al principi de cada fragment, tant en les posades en comú com al laboratori, el tipus d'interacció que és produeix correspon a **Sondejos (S)**, la professora sondeja què pensen els alumnes dient per exemple *Per què no li hem fet forats?*, o *Vosaltres on creieu que...?* o *Per què aquest llac és més gran...?* Però els alumnes també sondegen a la professora, preguntant per exemple *Què li passarà al pou?* o *I això varia d'un costat a l'altre?* Aquests sondejos inicials sovint estan intercalats per intervencions de la professora destinades a **Donar Temps (DT)** al alumnes **per pensar**. Sovint són intervencions del tipus repetició del que ha dit l'alumne, per exemple repetir *Depenent d'on venia el sol*, però també trobem afirmacions que impliquen que cal esperar una mica, que ja s'arribarà a saber el perquè del que ha passat, com: *Aquesta pregunta serà solucionada quan emboliquem les plantes aquestes*. Cal dir que aquest tipus d'intervenció tenen un component molt important, com és que permeten fer aflorar les concepcions dels alumnes. Per exemple, hi ha alumnes que pensen que l'aigua no es podrà infiltrar o d'altres que es qüestionen si l'aigua podrà omplir el pou: *Però vols dir que per les pedres no li costarà més passar* o *Voleu dir que l'aigua pujarà?* o fins i tot un *No ho entenc!*, que explicita el conflicte cognitiu.

Aquests tipus d'intervencions de tipus Sondeig i de Donar Temps porten, tant als alumnes com a la professora, a l'**Elaboració (E)**, que en el cas de la professora es concreta en explicacions del fenòmens o reafirmacions o aclariments, *No, no, aquests (vol dir la condensació) s'han fet a la banda d'aquí (vol dir la del sol)* o *Ah! Als que estaven al sol s'ha fet una mica de condensació*. També s'han considerat elaboracions aquelles situacions en què la professora demostra que s'ha assabentat d'algun aspecte que els alumnes li expliquen, com *Ah! Hi ha aigua al pou* o quan els alumnes fan una

intervenció d'aquest mateix estil. Aquesta categoria s'ha demostrat una mica complexa i si el treball continués potser caldria desglossar-la. Encara s'ha vist que és més complexa en el cas dels alumnes, perquè inclou no tan sols les seves explicacions, i justificacions, sinó també l'aplicació de coneixements apresos, com és el cas de l'A6 quan explica en el fragment 3.1. (encara que no acabi el raonament) les dues maneres d'arribar al punt de rosada, que ell ha interioritzat en fer el seu treball de recerca.

Un aspecte a destacar és que en alguns fragments la professora no deixa prou temps perquè els alumnes acabin les seves explicacions i sovint introdueix alguna intervenció de tipus **Reformulació (Rf)**, que de vegades sembla necessària per reconduir el raonament com quan diu *Per què no podrà créixer (la planta que està tapada)?*, però de vegades impedeix que l'alumne acabi de fer la seva explicació com passa en el cas de l'A6 en el fragment indicat anteriorment. Tot i que al final acaba arribant als conceptes punt de rosada i saturació al fragment 3.4., que correspon a la mateixa posada en comú. De tota manera les intervencions dels alumnes sovint semblen massa fragmentades.

Per últim trobem les intervencions de la professora de tipus **Recapitulació (Rc)** que, quan apareixen, normalment es troben al final del fragment.

Així veiem que habitualment es comença sondejant (alumnes i professora) i sovint s'acaba amb la recapitulació de la professora, però també pot acabar amb preguntes de reformulació, per avançar, o amb intervencions que indiquen als alumnes que ja s'arribarà a la solució, que cal *donar temps* a la pràctica. Entremig trobem les elaboracions dels alumnes i la professora, puntejats per reformulacions de la professora que tenen l'objectiu de reconduir els raonaments. En alguns casos són els alumnes que acaben amb una mena de recapitulació, com passa amb l'A6 en el fragment (7) de la salinització comentat anteriorment.

Respecte a les intervencions autoritàries s'ha vist que són molt poc freqüents, excepte en situacions molt puntuals com és al principi de l'activitat, però que són les úniques que es produeixen en l'últim fragment

10), en què els alumnes tenen unes interaccions de tipus Preguntes i Respostes (P&R) centrades en un sol tema (si bé una mica ampli) en què tant els alumnes com la professora parlen des de l'autoritat de la ciència. Destaca en aquest fragment la intervenció massiva (a l'uníson) dels alumnes en les respostes. No es tracta de la interacció clàssica en què el professor pregunta i un alumne respon, sinó que es tracta d'una resposta col·legiada. Per acabar cal dir que la intervenció de l'A6 en el fragment 4.3. en què parla de la infiltració i raona els seus canvis, de *motu propi*, sense que la professora li demani, és en certa manera autoritària, perquè l'alumna es centra en un sol tema i parla des de la Ciència, de fet és una intervenció de tipus classe magistral (CM) feta per una alumna. Com ja s'ha indicat, seria interessant aconseguir més intervencions d'aquest tipus.

- Analitzar si és necessari realitzar modificacions en el disseny de la pràctica i, si cal, proposar-ne.

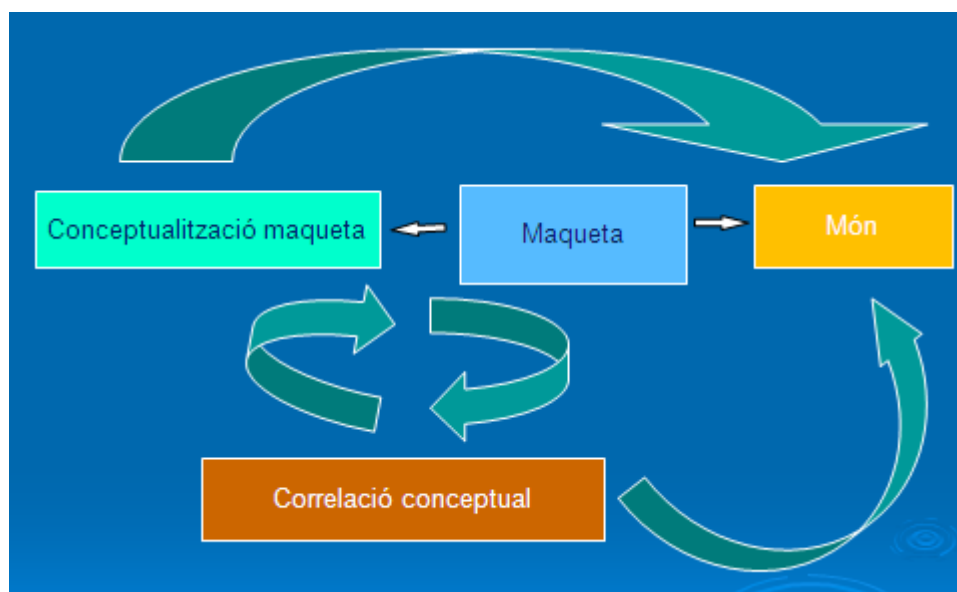
Un cop analitzada tota l'activitat sembla que està ben plantejada i que només caldria donar més *espai* als alumnes perquè acabessin els seus raonaments i potser no caldria dedicar-hi tant de temps. Per altra banda la seva anàlisi ha fet palès que caldrà replantejar la pràctica del punt de rosada per tal que els alumnes arribin a interioritzar bé aquest concepte, i així es podrà aprofundir potser en altres aspectes de la pràctica.

També caldrà mantenir la manera de col·locar el paper film utilitzada aquest curs que s'ha demostrat tan útil per observar el procés de la infiltració.

Finalment farem referència a les preguntes. Recordem que volíem analitzar les interaccions verbals entre els alumnes i la professora al llarg de la pràctica estudiada i com aquestes interaccions canviaven al llarg de l'activitat. L'instrument d'anàlisi ens ha permès estudiar dues tipologies d'interaccions, les relacionades amb el procés de modelització i les corresponents als estils comunicatius.

Els resultats obtinguts ens han ajuden a reconèixer com es produeix la interrelació entre el fer, el parlar i el pensar en un procés de modelització manipulant una maqueta analògica, i com a cada fase dominen uns aspectes

(moments) d'aquest procés, excepte el correlacionat amb els fets del món, que es dona sempre. Això es fa palès en l'esquema que es troba a la pàgina següent i que mostra com tots els moments en realitat connecten amb el Món.



Hem observat també que en el que respecta a l'estil comunicatiu, les interaccions que es produeixen són sobretot de tipus dialògic, però connectades amb altres, poques però significatives, de més autoritàries. Volem destacar la importància de les interaccions dialògiques per tal que el procés de modelització tingui sentit per a l'alumnat. Creiem que la manipulació de la maqueta-analogia és central en aquest joc de connectar els *fets-parlar-pensar* i valorem el gran potencial d'aquesta en concret, per les moltes idees que possibilita interrelacionar. No hem d'oblidar, però, que perquè el procés sigui complet cal trobar situacions que permetin als arribar a l'autoritat de la Ciència.

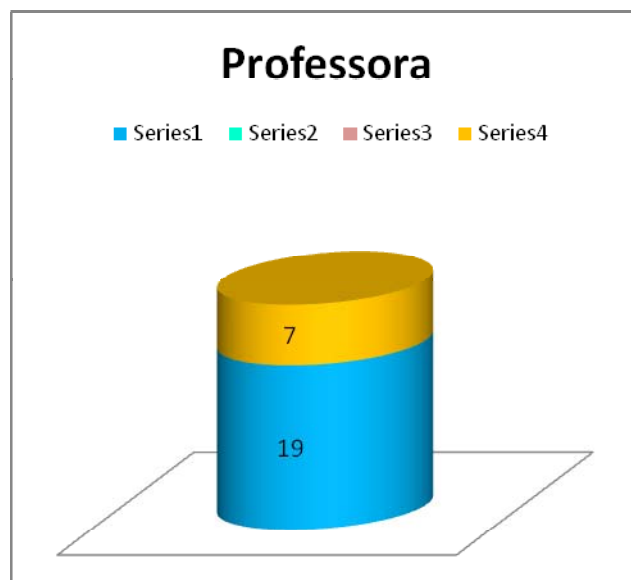
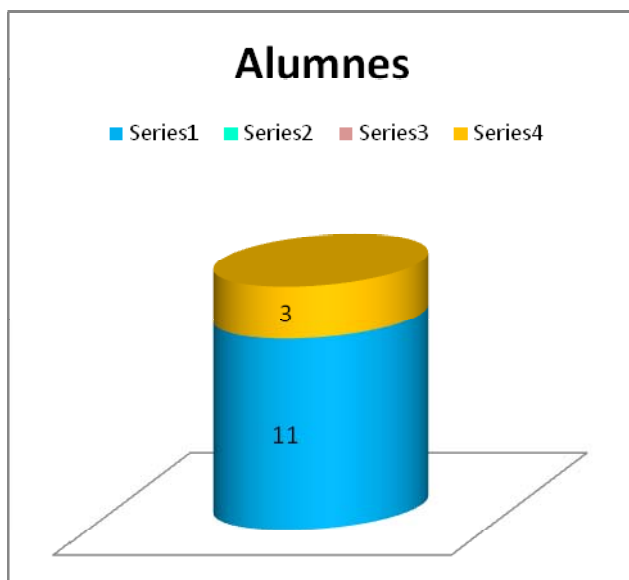
L'estudi també ens ha permès reconèixer els aspectes a millorar en el procés de modelització i ens ha fet adonar d'algunes debilitats a l'hora de gestionar el diàleg, que es tindran en compte a l'hora de dissenyar i dur a terme activitats amb models analògics.

ANNEX

Fragment 1.-Construcció de la maqueta.

		Alumnes				Professora			
		4.- Connexió Mòh.	3.- Correlació conceptual	2.- Conceptualització maqueta	1.- Organització i construcció	1.- Organització i construcció	2.- Conceptualització maqueta	3.- Correlació conceptual	4.- Connexió Mòh.
Fragment de la construcció de la maqueta									
P	(Comencem a construir la maqueta i tenim un problema, s'han acabat les tovalloltes). La tovallola, el que podem fer és... miro un segon si en tinc. (La professora no en troba).					Dr			
P	Poseu aquesta capa de base. Com que les tovalloltes no les trobo, que es devien acabar, farem servir paper film.					Dr			
A7	Llegeix les instruccions del dossier								
A8	(Mira el que fa l'alumna 9, perquè no sap com fer-ho i pregunta a la professora) Pel costat també?			S					
P	Què us sembla? Per on? Ara què esteu fent?				S				
A8	(Li ensenya a la professora el que estan fent).								
	Ah! Sí. Poseu-ho pel costat, però el que ens interessa és que ens aguantí el penya-segat. Perquè, sabeu quin problema teníem? Que això se'ns queia tot.					Dr			
P	A sota hi ha quedat lloc, oi, per què passí l'aigua?					Dr			
A8	Sí.				E				
A9	(L'alumna 9 que és d'una altre grup crida a la professora). P, jo ben bé "lo" del film no ho entenc.			S					
	Mira, nosaltres hem de fer un penya-segat aquí. Això representarà el mar o un llac. Aquí posarem el penya-segat i això (el film) és perquè s'aguantí (li ensenya el dibuix del guió). Aquesta part d'aquí la farem més alta. Poseu una mica més de pedra i llavors poseu el film.					Dr			
A 5 i 7	(Estan fent bé el muntatge seguint les instruccions del guió)								
P	(Es dirigeix a les alumnes 5 i 7). Ah! Això, això, molt bé.					Dr			
A6	(L'alumne 6, que és d'una altre grup, crida a la professora). P, així està bé?			S					
P	(La professora el crida perquè vegi una maqueta que va més avançada que la seva). Es tracta d'ensorrar això (el film), perquè després hi posarem més pedres a sobre.					Dr			
A6	Vale				E				
	(La professora i l'alumne 6 van junts al lloc on hi ha la seva maqueta i els seus companys, els alumnes 3 i 10). El que vull que veieu és que això per sota està comunicat					Dr			
A6	I ara?								
P	Mira el dibuix. Mireu el dibuix. (Els indica el dibuix del dossier).					Dr			
A5 i A7	(Venen a veure a la professora). I la sorra?			S					
P	La sorra és aquí.					Dr			
A9	El pou l'enganxem?			S					
P	El pou no cal enganxar-lo, ensorreu-lo una mica que quedi aquí posadet i ara quan poseu la resta de les pedres s'aguantarà.					Dr			
P	(En general per a tots els alumnes). La planta recordeu que s'ha de posar. Deixeu una mica d'espai per la planta.					Dr			
A7	P, el pou?			S					
P	El pou, què li passa al pou? Que no en teniu? Vale, doncs ara en fabricarem un.					Dr			
A5	Ara el podem posar, no?			S					
P	Sí, l'hauríeu d'haver posat abans, però...					Dr			
	Ara fem així (fa un moviment amb les mans per indicar que escarbaran) i ja està. No, no passa res.				E				
A7	(Dóna una ampolla petita de plàstic a les alumnes 5 i 7). Amb les tisores li feu un forat a dalt (per fer el pou).					Dr			
A1, 8 i 11.	(Criden a la professora).								
P	Aviam ara? Molt bé, molt bé!					Dr			
A3, 6 i 10	(Criden a la professora).								
P	Ara heu de posar-li la sorra.					Dr			
A6	I el pou, el posem després?			S					
P	No, no, al principi de tot s'ha de posar el pou. Ara, abans de posar la sorra, poseu el pou.					Dr			
A6	(Es queda el l'ampolla que li dóna la professora).								
P	Fabriqueu el pou a la vostra mida. (Li ensenya el pou d'un altre grup). Sobretot, important, que no quedi sorra aquí, que llavors no ho veureu.					Dr			
	(En general). L'A8 ha pensat en grapar el pou. Abans no ho fèiem, pot ser una bona idea. L'A9 ha pensat en enganxar el paper film del penya-segat a la part de dalt (Aquesta acció la fan tots els grups i tindrà una gran importància en el desenvolupament de la pràctica, com es comentarà en la discussió dels resultats).					Rc			

Procés de modelització



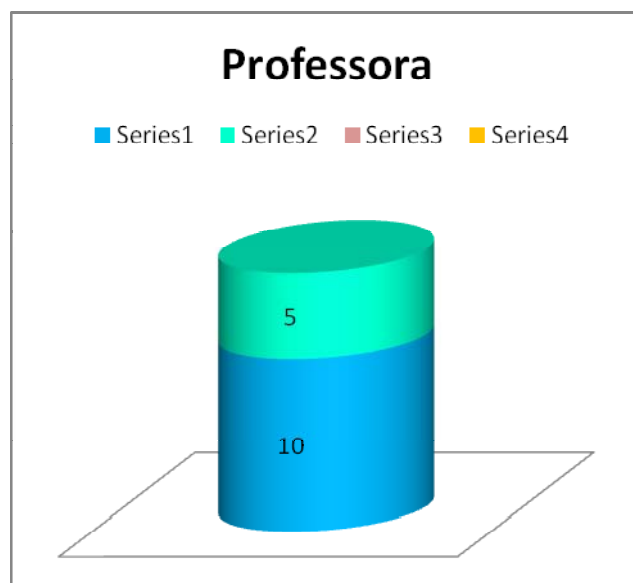
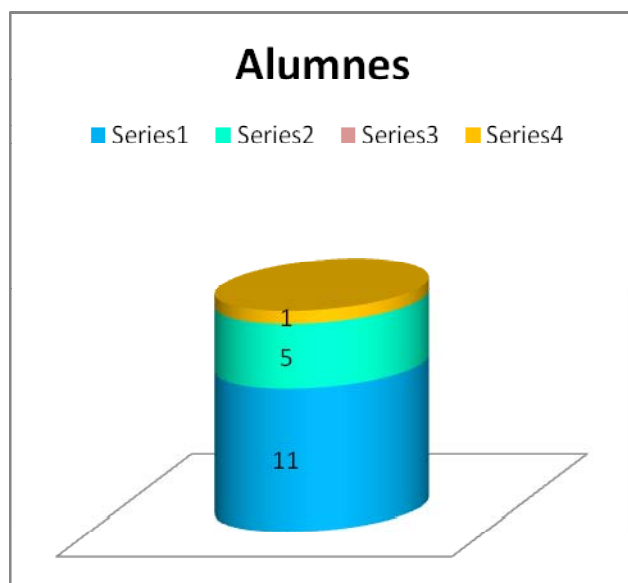
Fragment 2.-Posada en comú.

2n dia: observació de les dues maquetes deixades al sol (de fet el sol només hi arriba de manera indirecta, però estan molt més al sol que les dues que es van deixar al laboratori).

		Alumnes				Professora			
		4.- Connexió Mòn.	3.-Correlació conceptual	2.-Conceptualització maqueta	1.-Organització i construcció	1.-Organització i construcció	2.-Conceptualització maqueta	3.-Correlació conceptual	4.- Connexió Mòn.
	El segon dia observen les dues maquetes que havien deixat al sol. Les dues maquetes són al centre de la taula i tots els participants es troben col·locats al voltant. Recordem que no van poder regar gaire i que com que no hi ha escolament superficial, l'aigua de la pluja no va arribar a formar el llac.								
P	Vosaltres on creieu que està aquesta aigua? On s'ha quedat? On està aquesta aigua?				S				
A4	A la superfície			E					
P	Tu opines a la superfície? Molt bé.				S				
A4	Sí			S					
A11	Sí			S					
P	Tu també?				S				
A11	Sí, a la part superior.			S					
P	Algú opina una altra cosa?				S				
A2	No pot ser que s'hagi filtrat entre la sorra...?			S					
P	Que s'hagi filtrat entre la sorra...				DT				
A2	...però no massa...?			S					
P	...però no massa...				DT				
P	Nosaltres veiem algun símptoma per algun lloc? . (La professora posa la maqueta al centre de la taula).				S				
A4	És que està com una mica mullat, oi?			S					
P	Vale, veiem que estigui una mica mullat per algun lloc això? (La professora aixeca la maqueta i els alumnes miren per sota).				S				
A4	Sí			E					
P	Sí, oi?				DT				
Alumnes	Alumnes.-Sí			E					
A6	A sota, no.			E					
A4	Aquí al cantó, aquí.			E					
P	(La professora deixa la maqueta al centre de la taula) Aviam, fins on arriba?				Rf				
P	Ah! Mira, mira! Oi, aquí! Mira! Aquí s'ha produït la condensació!!				E				
P	Aquí!! Mira què guapo! (La professora i l'A5 assenyalen el lloc on hi ha la condensació, ja que la tenen davant i són les persones que la veuen).								
A5	Sí			E					
A4	Què hi ha?								
P	Vale! Mira, veieu que això s'ha condensat tot?				E				
Alumnes	No			E					
A4	Ah! Això, això...								
P	Porteu els vostres, els que estaven a l'ombra.				Rf				
A6	Va portem els nostres. (Ell i l'A 11 s'aixequen).								
A4	Esteu dient això que hi ha aquí?			S					
P	Sí, si estem dient això, la condensació! Val				E				
A4	Ah, però això és el que passa a les botelles!! (L'alumna connecta amb una observació que ha fet en altres ocasions en la seva vida quotidiana, fora de l'Institut).								



Procés de modelització

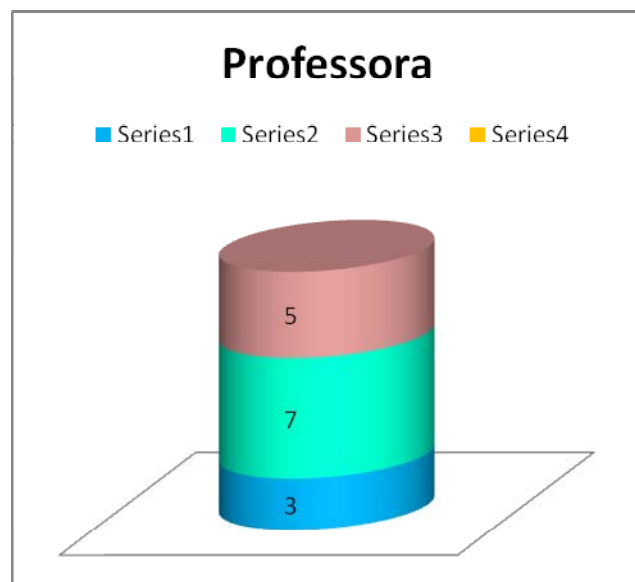
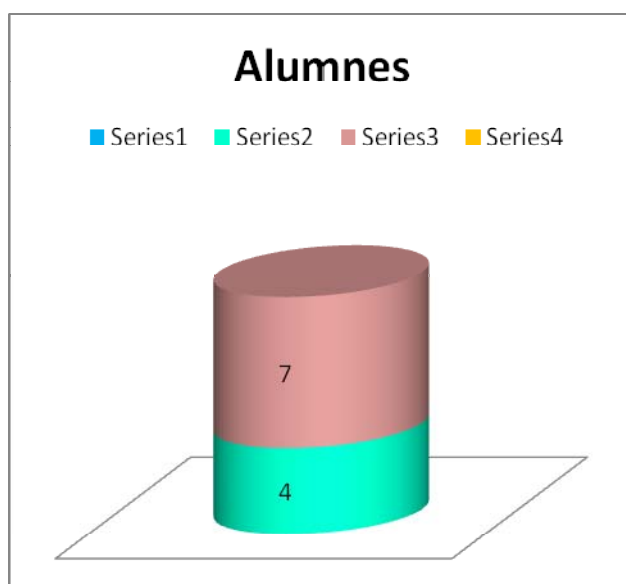


Fragment 3.1.-S'observa en quines maquetes s'ha produït condensació i en quines no i es comença a fer-ne una conceptualització per tal d'explicar el fenomen.

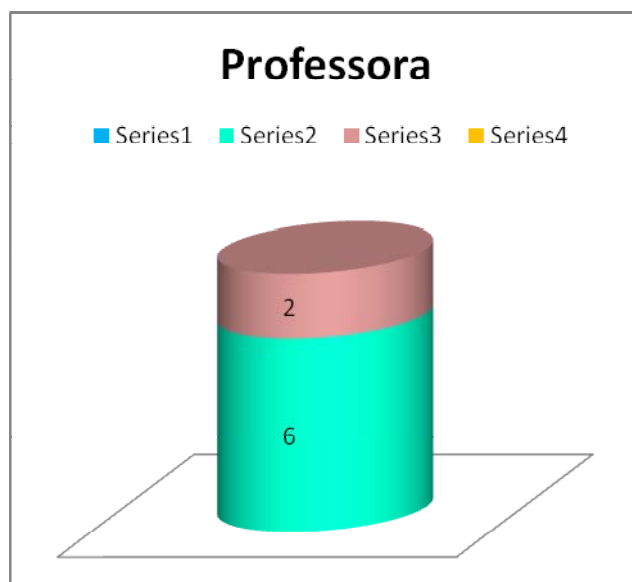
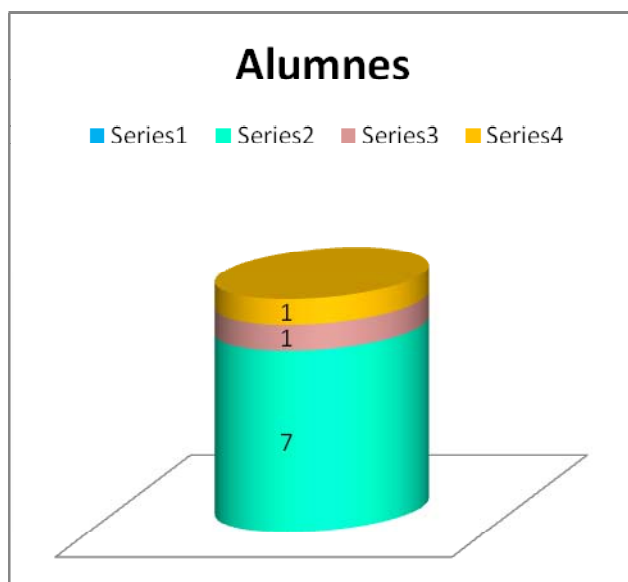
		Alumnes				Professora			
		4.- Connexió Mòn.	3.-Correlació conceptual	2.-Conceptualització maqueta	1.-Organització i construcció	1.-Organització i construcció	2.-Conceptualització maqueta	3.-Correlació conceptual	4.- Connexió Mòn.
	S'observen les maquetes que estaven a l'ombra i es comparen amb les que estaven al sol.								
P	Al vostre (ombra) s'ha produït condensació a algun lloc?					S			
A11	No			F					
P	No					DT			
P	I allà? (l'altre de l'ombra)					S			
A11	No			F					
P	En els dos que estaven a l'ombra?					S			
A11	Aquí sí! (Mira un del sol)			E					
P	En els que estaven a l'ombra... Sí? Però aquest és de fora o de dintre? Aquest d'on és?					S			
A4	És de fora				R				
P	A val					DT			
P	Els que estaven a l'ombra? A mira... Els que estaven al Sol són aquests!					S			
A6	No, no!!				R				
P	Ah, vale! Als que estaven al Sol s'ha fet una mica de condensació?						E		
A6	Sí!			E					
P	I en aquests no.						E		
A11	Per què?		S						
P	Això té una explicació. Perquè això ja ho hauriem de saber.							Rf	
A6	Molt fàcil.		E						
P	Sí. Riu.							DT	
A6	L'aire calent...		E						
P	P.-Sí							DT	
A6	Com sempre!		E						
P	Com sempre!							DT	
A6	Fa que s'evapori l'aigua		E						
A	S'evapora...		E						
A6	Molt bé, molt bé! L'escalfor fa que s'evapori l'aigua.							Rf	
A10	S'evapora l'aigua		E						
P	Llavors... Ah? Per què? On s'ha fet aquesta condensació?						Rf		

Procés de modelització.

Fragment 3.1.



Fragment 3.2.



Fragment 3.2.-S'expressen dubtes relacionats amb el concepte punt de rosada.



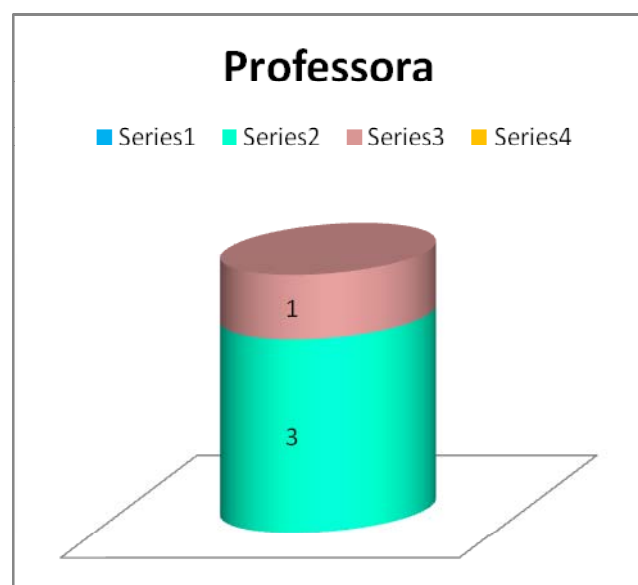
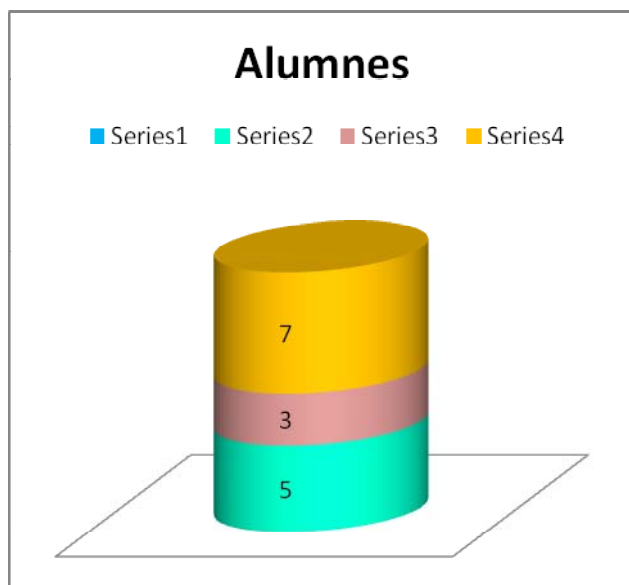
A1	On no hi tocava el Sol?			S					
A4	A un costat			S					
P	A l'ampolla? A un costat?						DT		
P	Ara veurem...						DT		
A6	Depenent d'on venia el Sol			E					
A1	S.-D'allà			E					
P	P.-Depenent d'on venia el Sol						DT		
P	Depenent d'on estava col·locada...						DT		
A2	Al contrari el Sol?			S					
P	En una què??						DT		
A2	Al contrari del Sol? Perquè fa més fred?			S					
P	No, no, no, no, aquests s'han fet a la banda d'aquí (la professora senyala el costat que estava a la banda asolellada).						E		
A2	(Aquí l'alumna parla d'una cosa que li va passar a casa seva i que va discutir amb dues companyes seves de la classe, que també ho van observar). Ja, no, no, t'estic dient de la mateixa ampolla, que estava al Sol tota... Això és una pregunteta, no ... (riu). Vale, sí l'aigua s'escalfa, però llavors la part on tocava més el Sol està més calent, llavors és com és dif...								
P	Però, per què al estar més calent s'ha evaporat més...							Rf	
A2	I llavors va cap aquell cantó?			S					
A2	Però llavors no se'n va cap el lloc que està fred i s'enganxa? (Aquí es confon amb el que va passar a la pràctica del punt de rosada)			S					
P	Aquesta pregunta serà solucionada quan emboliquem les plantes aquestes (La professora assenyala 4 plantes que hi ha al seminari, que serviran per acabar d'estudiar els conceptes transpiració i punt de rosada).								DT

[illegible]

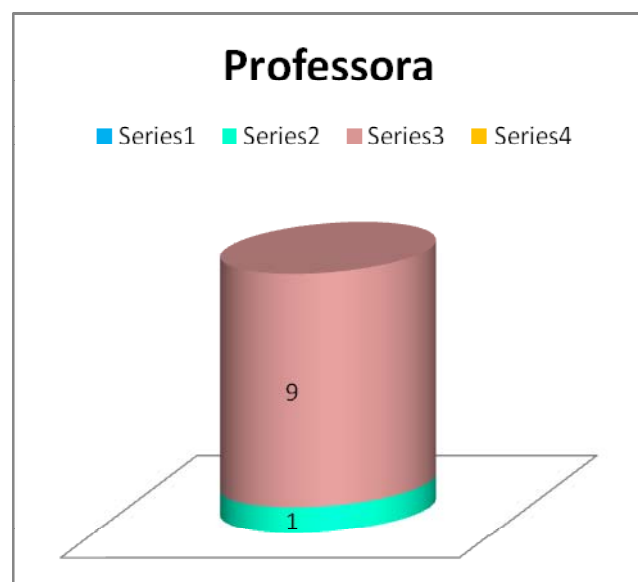
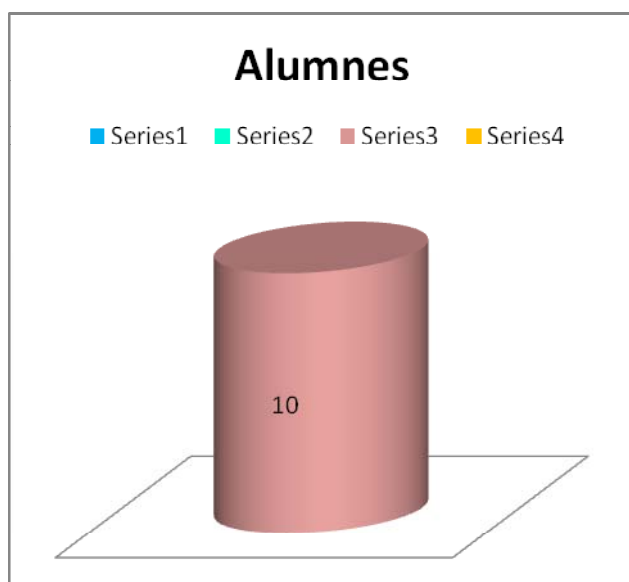
P	Però per què? Perquè hi ha dues maneres. Recordem la pràctica del punt de rosada. Dues maneres d'arribar a la condensació.						Rc	
J	Depenent de la temperatura de l'aire	E						
P	De la temperatura. O de la?						E	
A6	O del que hi posem -fa un moviment com d'afegir amb les mans.	E						
P	Molt bé!! De la humitat (<i>moviment mans com d'afegir una cosa</i>) de la humitat. Si tu li poses molta humitat...						E	
A6	Arribarà... (<i>Mira a la professora</i>)	E						
P	Què passarà? (<i>Riu en</i>)						DT	
A6	Que faltarà menys per arribar...	E						
P	Que faltarà menys per arribar...						E	
A6 i A10 (<i>a l'hora</i>)	Al punt de rosada.	E						
P	Al punt de rosada!!! Molt bé!! Perquè hi haurà més humitat						E	
A6	Hi haurà saturació.	E						
P	Hi haurà saturació!!!						E	
A6	En canvi si refredem, per exemple... És que...(<i>Mira a la professora amb complicitat</i>).	E						
P	És que això és del seu treball de recerca! (<i>Riu</i>) (<i>La professora és la seva tutora del treball de recerca i en ell l'alumne ha fet un estudi relacionat amb el tema</i>).						DT	
A2	Hi ha una cosa que no entenc. Perquè només es condensa a un costat i a l'altre no?	S						
P	Molt bé!! Es dona en un costat perquè allà es donen les condicions suficients de temperatura i humitat perquè s'arribi al punt de rosada i en l'altre lloc no.						CM	
A4	Ah!!	Rf						
A2	I això varia d'un costat a l'altre?	S						
P	Sí! Clar, clar!! Això ho veurem quan emboliquem les plantes.						DT	

Procés de modelització

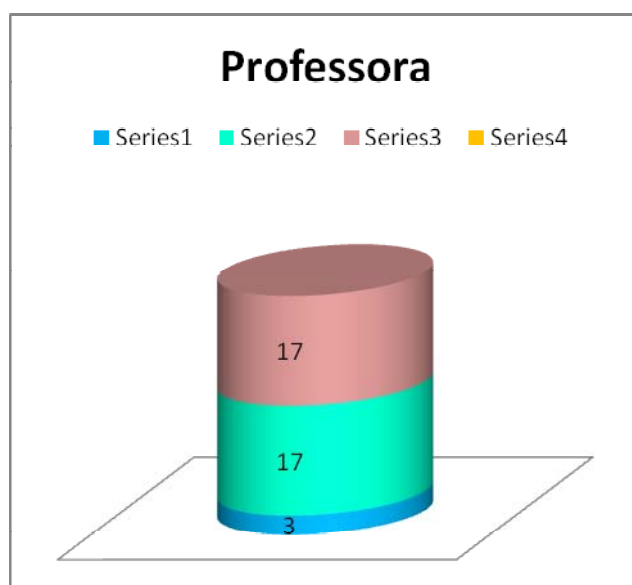
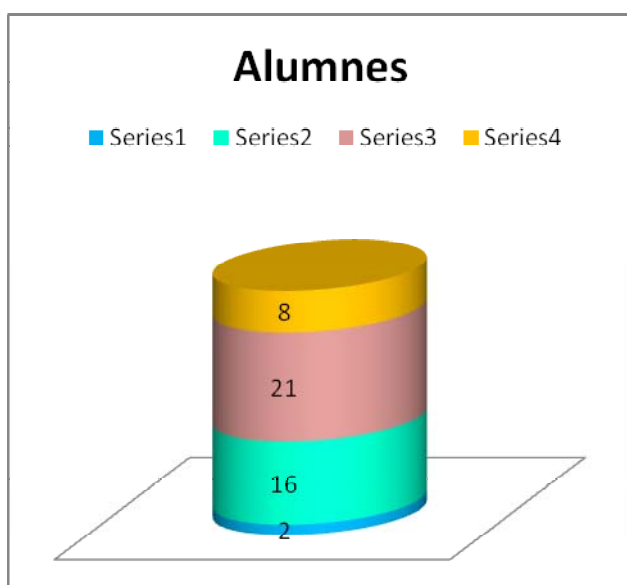
Fragment 3.3.



Fragment 3.4.



Fragment 3.-Gràfic global amb les dades dels 4 subfragments.



Fragment 4.-En aquest apartat s'inclouen les converses entre la professora i cadascun dels grups que es van produir al laboratori el 2n dia de l'activitat, després de les posades en comú, quan els alumnes estaven regant per la part de la terra i observaven si s'omplia el pou i si es formava el llac.

Fragment 4.1.-Grup A1, A8 i A11 i Grup A3, A6 i A11.

		Alumnes				Professora			
		4.- Connexió Món.	3.-Correlació conceptual	2.-Conceptualització maqueta	1.-Organització i construcció	1.-Organització i construcció	2.-Conceptualització maqueta	3.-Correlació conceptual	4.- Connexió Món.
	Els alumnes A1, A8 i A11 reguen la seva maqueta. Els alumnes A6 i A10, també ho fan.								
A11	He fet un forat i ha sortit!! (<i>Crida a la professora amb alegria movent els barços cap a enfora, però la professora no entén el que diu</i>).								
P	Què dius que heu fet?					S			
A11	He fet un forat!!								
P	Ah! Heu fet un forat, molt bé, molt bé! (<i>La professora no s'adona del que ha passat exactament.</i>)					E			
A6 li diu a A10	Hem fet un aqüífer.			E					
P	Què dius que heu fet? (<i>La professora el sent i els enfoca.</i>)					S			
A6 i A10	No, no, no!! (<i>Riuen i A6 segueix regant.</i>)								


Fragment 4.2.-Grup A9-A4-A2.

		Alumnes				Professora			
		4.- Connexió Mòn.	3.-Correlació conceptual	2.-Conceptualització maqueta	1.-Organització i construcció	1.-Organització i construcció	2.-Conceptualització maqueta	3.-Correlació conceptual	4.- Connexió Mòn.
	Les alumnes A2, A4 i A9 comencen a regar la seva maqueta per la part de la terra.								
A9	Què li passarà al pou? (<i>Pregunta a la professora</i>).			S					
P	Què li passarà al pou? Aviam? Què li passarà a aquest pou?						S		
A4	Pues que al final l'aigua baixará abaix de tot i pujará l'aigua (<i>al pou</i>), no?			S					
P	Molt bé!						E		
A4	Sí o no? (<i>Mira a la Professora buscant una confirmació</i>).			S					
P	Quedarà a dintre? Ja veurem, ja veurem. Aviam què passa!						DT		
A9	Però, vols dir, que per les pedres no li costarà més passar?			S					
P	Ah! No sé!!						DT		
A2	Voleu dir que l'aigua pujará?? (<i>Riuen</i>).			S					
Ho fan	(<i>L'aigua arriba al pou i comença a omplir el llac</i>).								
M1	Ja, ja!!! P, P!! (<i>Criden a la Professora</i>).								
P	(<i>Hi va i veu A2 escarbant les pedres de la zona del llac</i>).								
P	No val, no val!!! (<i>Riuen</i>). L'A2 ha fet trampa!!								
A2	És que hi ha moltes pedres i no es veu.				E				
A4	És que a sota hi ha aigua!!!				E				
P	Ja comença a sortir aigua.						E		
A4	Mira-la, mira-la!!								
P	Mira-la, mira-la!! Ah! Oh! Oh! Ja hi ha aigua. (<i>Acosta la càmera</i>).						E		
M3	No s'ha vist (<i>a la filmació</i>)!				E				
P	No. (<i>Riu</i>).						E		
P	Aviam, una pregunta. Heu de mirar com va baixant l'aigua...						E		

Fragment 4.3.-Grup A5 i A7.

		Alumnes				Professora			
		4.-Connexió Mòn.	3.-Correlació conceptual	2.-Conceptualització maqueta	1.-Organització i construcció	1.-Organització i construcció	2.-Conceptualització maqueta	3.-Correlació conceptual	4.-Connexió Mòn.
	Les alumnes A5 i A7 ja tenen el llac format.								
P	Aviam el llac vostre?					S			
A5	Aquí (<i>Assenyala la zona de la maqueta que representa el llac</i>).			E					
P	Ja tenim un llac! I què ha passat? Heu vist...					E			
A5	Hi ha aigua al pou també.			E					
	Ah! Hi ha aigua al pou? Ah! Molt bé, molt bé! Hi ha aigua al pou!								
P	Espereu que us donaré...					E			
A7	Al principi costava més, perquè no...			E					
P	(<i>Enfoca a l'A7</i>) Digui, digui, al principi costava més...					DT			
A7	Al principi costa va més perquè (<i>mou el dit assenyalant cap baix i després ajunta les mans</i>) la terra estava molt compacta (<i>torna a ajuntar les mans</i>) i llavors al anar filtrant (<i>torna a moure un dit com indicant entrada</i>) mica en mica l'aigua va separant (<i>mou les mans com separant per indicar que l'aigua ve fent camí</i>) i després és més fàcil que n'entri més.			E					
P	Molt bé!								
A7	(<i>Mira a la professora i li somriu</i>)								

Fragment 4.4.-Grup A3, A8 i A10.

		Alumnes				Professora			
		4.-Connexió Mòn.	3.-Correlació conceptual	2.-Conceptualització maqueta	1.-Organització i construcció	1.-Organització i construcció	2.-Conceptualització maqueta	3.-Correlació conceptual	4.-Connexió Mòn.
	Els alumnes A3, A6 i A10 troben aigua.								
A3	(Escarba amb la ma la grava de la zona on s'ha de formar el llac). Hi ha aigua.				E				
A6	(Arriba amb un ganivet a la ma i vol escarbar també).								
P	L'A3 h atrobat aigua!					E			
A3	Sí.				E				
A10	(Li diu a l'A6 que està escarbant amb un ganivete, mentre A3 ho fa amb la ma). Amb un ganivet, encara li tallaràs els dits.				E				
A10	(Ara escarba només l'A6 amb el ganivet fins que es veu l'aigua). Sembla "arrosset", eh! (Riuen).				E				
P	Mira-la, mira-la!! La veieu!! (L'A6 escarba una mica més). Aquí està eh!! Doncs ara fem una cosa...								
A3, 6,10	Sí.				E				
p	Doncs ara fem una cosa...					Dr			
A10	Fa pudor.				E				
p	Sí, sí, fa pudor...				E				

Fragment 5.-3r dia. Posada en comú: La mida de la conca i la quantitat d'aigua.

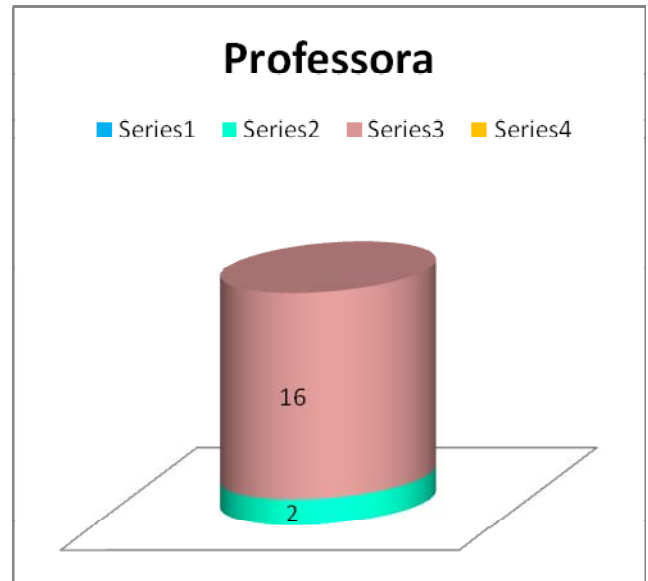
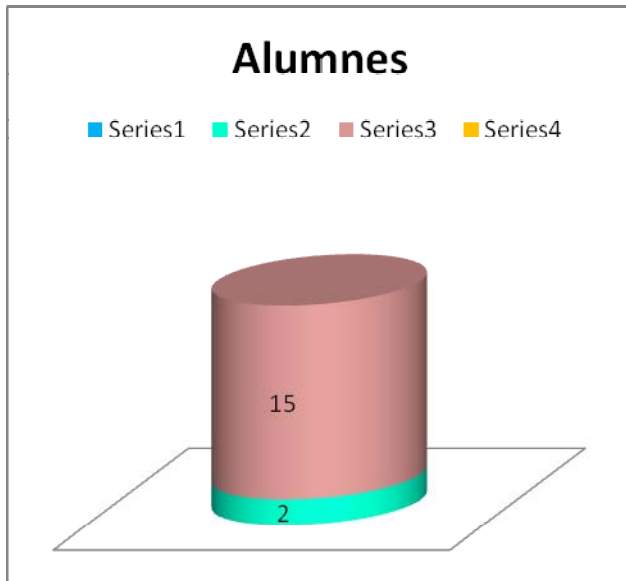
		Alumnes				Professora			
		4.- Connexió Món.	3.- Correlació conceptual	2.- Conceptualització maqueta	1.- Organització i construcció	1.- Organització i construcció	2.- Conceptualització maqueta	3.- Correlació conceptual	4.- Connexió Món.
	Els alumnes i la professora observen els llacs de les conques més petites.								
P	Per què aquí ens ha sortit un llac (<i>assenyala la maqueta que té més espai a la banda del llac</i>) i aquí casi no tenim llac (<i>assenyalla la maqueta que té menys espai a la banda del llac</i>)?						S		
A4	Per què allà (<i>assenyala la maqueta que té més espai a la banda del llac</i>) hi ha moltes més pedres.			E					
P	Aquí hi ha moltes més pedres i és més gran aquest tros. Molt bé, molt bé, A4. Mireu aquí. Això és més gran (<i>zona del llac</i>) i això és més petit (<i>zona del penya-segat</i>). A l'altre és al revés: petit (<i>llac</i>) i gran (<i>penya-segat</i>).						Rc/E		
P	Una altra cosa, les vostres conques, les que estan allà (<i>a l'ombra</i>) són més grans. Per això ens ha costat més que s'omplissin. Què passa quan una conca gran? Pot ser que en una conca gran hi hagi més aigua que en una de petita i no es vegi (<i>s'assenyala l'ull amb energia</i>)						CM		CM
P	Què vas fer tu (<i>assenyala A11</i>) per trobar aigua? Escarbar, que això va ser genial. Això és nou d'aquest any. A ningú se li havia acudit escarbar! (<i>Riuen</i>) Perquè saps què passa? Que normalment quan reguem s'omple, però com que aquest any ho hem fet una mica estressats, allà corrent... (<i>Riuen</i>). Què va passar?						Rc		

Fragment 6.-3r dia: Posada en comú: l'oxigen i el diòxid de carboni.

		Alumnes				Professora			
		4.-Connexió Mon.	3.-Correlació conceptual	2.-Conceptualització maqueta	1.-Organització i construcció	1.-Organització i construcció	2.-Conceptualització maqueta	3.-Correlació conceptual	4.-Connexió Mon.
	Posada en comú: la professora vol que quedi clar que la planta fabrica oxigen.								
P	Perquè no li hem fet forats al paper film de sobre de la planta?							S	
Tots	(Silenci alumnes. No entenen què els pregunta.)								
P	Perquè no li hem fet forats?							S	
Tots	(Silenci alumnes. No entenen què els pregunta.)								
P	Per què no fa falta fer-li forats?							S	
A4	Perquè ja l'agafa de baix, no, l'aigua?			S					
A1	Per què així no se'n va l'aigua.			S					
P	(La professora vol que contestin que la planta fabrica oxigen i per això no cal fer forats perquè respiri. Té al cap una pregunta que li va fer l'A11 el dia que feien la maqueta. Li va dir perquè no li fem forats al film que recobreix la planta pensant que la planta "s'ofegaria" si no en fèiem i ara els alumnes pensen que pregunta alguna cosa relacionada amb l'aigua).								
P	Sí, però els forats... Tu perquè ho deies? Perquè no li fem forats? Tu vas dir una cosa. (Mira a l'alumna que va preguntar el dia que van fer la maqueta perquè no li feien forats al paper film).							S	
A11	Per l'oxigen		E						
P	Per l'oxigen, no? L'A11 va dir (quan estava fent la maqueta): què passa amb l'oxigen (si no li fem forats)?						Rf		
A9	No pot, no pot agafar oxigen... (mou les mans cap a ella a l'alçada de la boca).			E					
A5	No pot agafar oxigen?							S	
A3	No hi haurà diòxid de carboni		S						
A9	Vam dir que la planta no es "menjava" l'oxigen! (L'alumna recorda una conversa, que no es va gravar, en què parlàvem sobre el fet que es poden tenir plantes a l'habitació i aquetes no "es mengen" l'oxigen-s'explicarà amb més detall a l'anàlisi).		E						
P	Però perquè passa, aviam si algú sap dir-ho. Que això ho hem dit, eh?							Rf	
A11	Per què passa lo de...?		S						
P	Per què no falta que estigui destapada? Però què no es mor estant tapada?							Rf	
P	Per què no se'ns morirà la planta que tindrem tapada?						Rf		
A11	Per què ja agafa oxigen		S						
A3	Si a un cas no podrà créixer, no?		S						
P	Per què no podrà créixer?							Rf	
P	Perquè no hi haurà diòxid de carboni.		E						
P	Ah, no? Ah, no?							Rf	
A4	Si el diòxid de carboni el fa ella!		E						
A3	Només hi haurà diòxid de carboni.		E						
P	Ah! Només hi haurà diòxid de carboni?							Rf	
Alumnes	Parlen tots a l'hora								
P	Aviam, aviam...							DT	
A10	Treu oxigen, no? I llavors una part molt petita d'aquest la torna a fer servir.		E						
A2	...es renova, no?		E						
A3	Al final hi haurà més oxigen que diòxid de carboni?		S						
P	Al final hi haurà més oxigen que diòxid de carboni? Si senyor! Segurament se n'acumularà més, Però clar el diòxid de carboni que necessita ja en té suficient. Perquè amb el que fabrica ella... Tampoc se n'anirà de passeig. Però sí que tens raó, tens raó!							Rf	
A2	Com? De l'inicial agafa l'oxigen i... (mou les mans en forma de cicle)		S						
P	Aviam, ella què fa? Quan fa la fotosíntesi què fabrica?							Rf	
A10	Molt oxigen		R						
P	Molt oxigen. Aquest oxigen perquè el fa servir. Per respirar. I aquesta respiració, com diu A2, fabrica diòxid de carboni, però no en fabrica tant. Però clar tampoc la tindrem dos anys i tampoc ens farà un creixement accelerat.							Rc	
P	No falta fer-li forats perquè ella fabrica l'oxigen							Rc	
A11	Podríem tenir una planta tapada i no es moriria?		S						
P	Sí, de fet hi ha molts llocs, molts aquaris... Bueno, aquella planta del Museu de la Ciència, l' <i>Elodea</i> que tenim aquí nosaltres (al laboratori), la tenen tancada i fa anys que és allà dins. Ella mateixa es crea l'oxigen i el diòxid de carboni. Deu haver-hi una manera de regulació (mou els mans en forma de cicle), perquè la planta no està morta allà. Vull dir que deu fabricar suficient diòxid de carboni com per viure. Això s'haurien de fer càlculs de gasos i veure com funciona.							Rc	

Fragment 7.-4t dia: al laboratori, les alumnes A5 i A7 salinitzen l'aquífer.

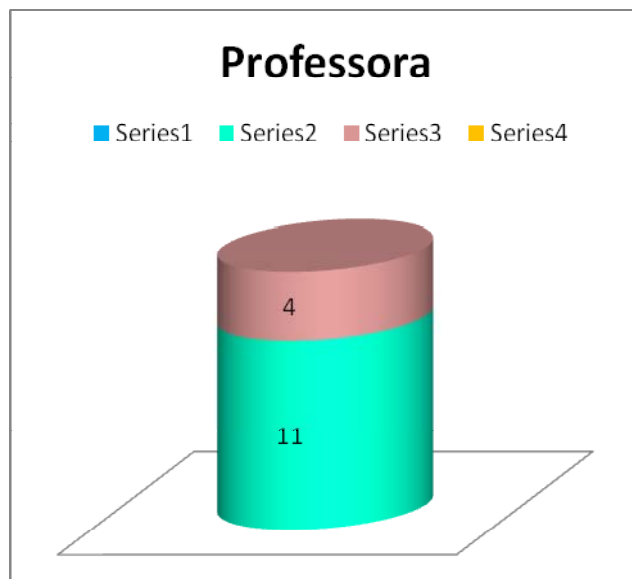
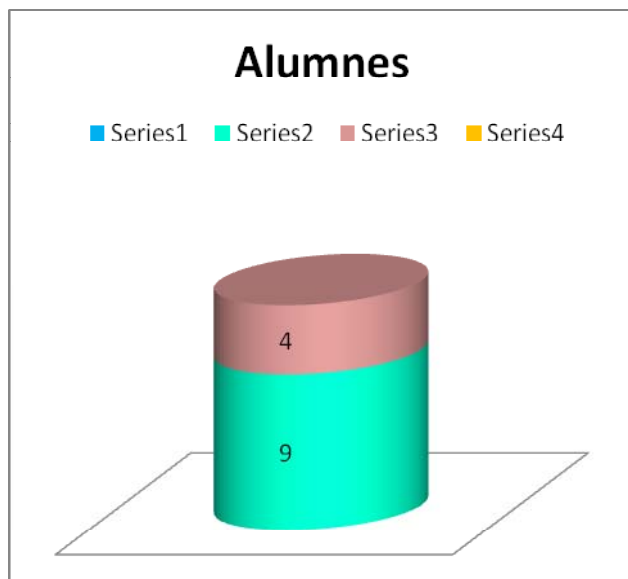
		Alumnes				Professora			
		4.- Connexió Món.	3.-Correlació conceptual	2.-Conceptualització maqueta	1.-Organització i construcció	1.-Organització i construcció	2.-Conceptualització maqueta	3.-Correlació conceptual	4.- Connexió Món.
	Les alumnes salinitzen el llac i la sal arriba al pou.								
P	Què heu fet vosaltres?				S				
A7	Nosaltres hem posat aigua (<i>dolça</i>) al "mar" (<i>futur</i>) i al pou, llavors hem salinitzat l'aigua del mar (<i>han fabricat el mar</i>) i jo crec que no arribarà la sal al pou fins que s'exploti	m		E	E				
P	Què fareu ara per comprovar això que has dit?			S	S				
A7	Doncs ara sense explotar comprovaria si la sal ha arribat al pou.			S					
P	Com que l'A7 sap com funciona el conductímetre, ja ho podeu fer. Val?				Dr				
A7	Sí (<i>tímid</i>). Potser millor deixar-ho per al proper dia?			S					
P	No, feu-ho ara, perquè tampoc teniu res més a fer...				Dr				
A5	Mirem si ha variat?			S					
P	Sí.				Dr				
Ho fan	(<i>Ho fan</i>)								
P	Què us ha sortit?				S				
A5	2,76 mS		E						
P	I això, la del pou? Havent salinitzat el llac?				S				
E	Sí			E					
P	Ah! Molt bé, molt bé, per tant això vol dir que ha arribat?				S				
E	Sí, sí, ha arribat.			E					
P	Perfecte! Directament. (<i>Es gira a l'A7</i>) O sigui que la teva hipòtesi?				Rf				
A7	Va a ser que no! (<i>Riu</i>). Bueno (<i>arronsa les espatlles i somriu</i>).			Rf					
P	No, dóna, perquè això depèn de la quantitat. Ells (<i>una altra conca</i>) que en van posar molt poca i tenen... (<i>Es gira i assenyal·la</i>): Com es la seva conca?					Rc			
P	Mira-la, mira-la. És molt més gran que la vostra. Vosaltres teniu una conca petita.					Rc			
A5	Sí			E					
P	Amb menys sal es salinitza el pou					Rc			
A7	Sí, i si es vol igualar (<i>assenyala el mar i el pou amb un moviment tipus flux</i>)		E						



Fragment 8.-5è dia: donant-li més voltes a la condensació, en aquest cas relacionant-la amb la transpiració.

		Alumnes				Professora			
		4.- Connexió Mòn.	3.- Correlació conceptual	2.- Conceptualització maqueta	1.- Organització i construcció	1.- Organització i construcció	2.- Conceptualització maqueta	3.- Correlació conceptual	4.- Connexió Mòn.
	Mirem per últim cop les garrafes per estudiar la condensació i comentem què ha passat amb les plantes de mida gran que van embolicar.								
P	Fixeu-vos que els que la setmana passada els havieu deixat al'ombra i ara els heu deixat al semi-sol. Fixeu-vos que tot això (toca la part de dalt de la garrafa) ha quedat... Què ha passat aquí?					E			
Alumnes	Hi ha hagut condensació.			E					
P	La condensació! Molt bé!! I en canvi aquí que no li tocava tant la llum, perquè estava més amagat (els alumnes i la professora miren les maquetes), no n'hi ha. La condensació només està per la zona que estava al sol.					E			
A5	Aquí! (assenyala la maqueta).			E					
P	Exacte. Aquí! (Gira el muntatge perquè tothom ho vegi).					E			
P	L'A1 em va dir que el professor de Química us havia ensenyat les plantes que havia dut al Seminari de Química (és molt més asolellat que el nostre) i va veure que la transpiració s'ha produït a aquella banda (assenyala la banda del sol).					E			
A1	Sí.			E					
A4	Ah! Sí!			E					
P	L'A1 i jo estàvem divendres a la tarda fent una pràctica del Treball de Recerca i vam pensar en les plantes (la professora pensa en les plantes grans que estaven a l'ombra embolicades). Llavors... explica què va passar. A8: enfoca'm a l'A5.					E			
A1	(Saluda a la càmera i somriu. Tothomriu). Què va passar a les plantes?			S					
P	Sí.					DT			
A1	Doncs que com estaven al costat del sol...			E					
P	No, aquelles d'allà (assenyala el laboratori).					DT			
A1	Quines?			S					
P	Les que vam treure tu i jo a la tarda perquè vam dir "pobres"...					DT			
A1	Ah! Vale! Vale! No tenien nuclis de condensació...			E					
P	No tenien condensació de cap tipus.					DT			
A1	Però ho vam obrir i es van formar nuclis de condensació.			E					
P	Més que nuclis de condensació... Què va passar? No cal que l'enfoquis A8.					S			
P	No nuclis de condensació no està bé. O sigui, nosaltres teníem la planta vale... (Mira a A1) És que la presiò de la càmera (riu en). Teníem la planta i no hi havia cap goteta, no hi havia res de condensació i la vam obrir i al obrir-l ai treure-la, a tota la part de sota (de la bossa de plàstic que la contenia) va haver-hi condensació.					E			
A9	Per el canvi de...		E						
P	Què passava? Com que a dintre allò estava tancat i tenia una temperatura..., com?						E		
A9	Calenta.		E						
P	Més calenta. En obrir, com que a fora estava més fred...						E/S		
A9	(Mou la mà com indicant la gota que s'enganxa) Pam!		E						
P	Més fred i "pam" es va condensar. Les vam deixar el cap de setmana, a passar el pont, aquí sobre de la taula. Les vam regar, però curiosament.... Mira a A1: Què va passar quan les vam obrir, com estaven, humides o seques?						E/S		
A5	Humides.		E						
P	Humides! Van estar més contentes tancades que obertes. Perque són plantes d'interior. Aquest matí les pobres tenien totes les fulles així (caigudes). Les he regat i les he tornat a tapar. I ara després ens les mirarem.						E/DT		

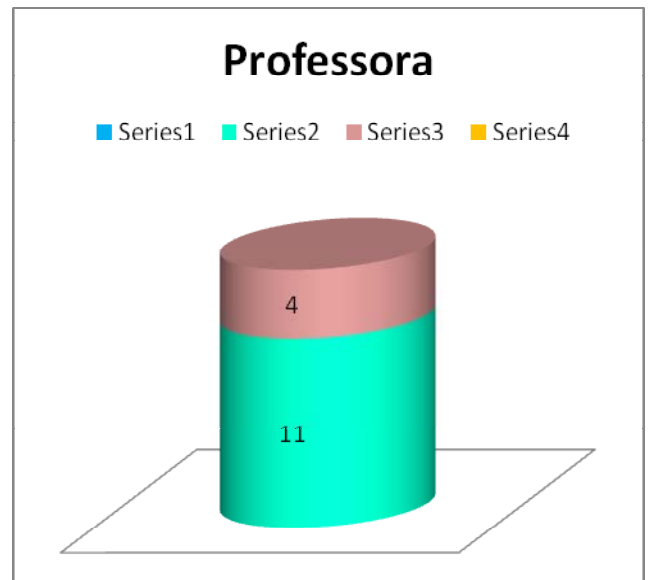
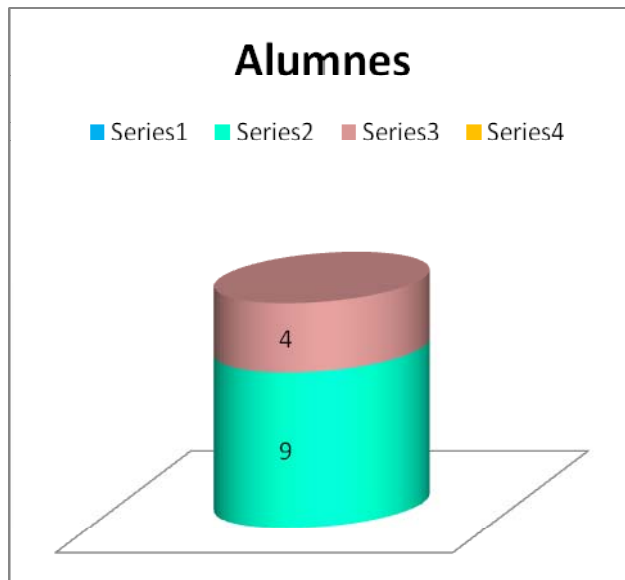
Procés de modelització.



Fragment 9.-5è dia. Posada en comú: es treballa la fórmula del Balanç Hidrogeològic.

		Alumnes				Professora			
		4.- Connexió Món.	3.-Correlació conceptual	2.-Conceptualització maqueta	1.-Organització i construcció	1.-Organització i construcció	2.-Conceptualització maqueta	3.-Correlació conceptual	4.- Connexió Món.
	Mirem per últim cop les garrafes per estudiar la condensació i comentem què ha passat amb les plantes de mida gran que van embolicar.								
P	Fixeu-vos que els que la setmana passada els havíeu deixat a l'ombra i ara els heu deixat al semi-sol. Fixeu-vos que tot això (toca la part de dalt de la garrafa) ha quedat... Què ha passat aquí?					E			
Alumnes	Hi ha hagut condensació.			E					
P	La condensació! Molt bé!! I en canvi aquí que no li tocava tant la llum, perquè estava més amagat (els alumnes i la professora miren les maquetes), no n'hi ha. La condensació només està per la zona que estava al sol.						E		
A5	Aquí! (assenyala la maqueta).			E					
P	Exacte. Aquí! (Gira el muntatge perquè tothom ho vegi).						E		
P	L'A1 em va dir que el professor de Química us havia ensenyat les plantes que havia dut al Seminari de Química (és molt més asolellat que el nostre) i va veure que la transpiració s'ha produït a aquella banda (assenyala la banda del sol).						E		
A1	Sí.			E					
A4	Ah! Sí!			E					
P	L'A1 i jo estàvem dividint a la tarda fent una pràctica del Treball de Recerca i vam pensar en les plantes (la professora pensa en les plantes grans que estaven a l'ombra embolicades). Llavors... explica què va passar. A8: enfoca'm a l'A5.						E		
A1	(Saluda a la càmera i somriu. Tothomriu). Què va passar a les plantes?			S					
P	Sí.						DT		
A1	Doncs que com estaven al costat del sol...			E					
P	No, aquelles d'allà (assenyala el laboratori).						DT		
A1	Quines?			S					
P	Les que vam treure tu i jo a la tarda perquè vam dir "pobres"...						DT		
A1	Ah! Vale! Vale! No tenien nuclis de condensació...			E					
P	No tenien condensació de cap tipus.						DT		
A1	Però ho vam obrir i es van formar nuclis de condensació.			E					
P	Més que nuclis de condensació... Què va passar? No cal que l'enfoquis A8.						S		
P	No nuclis de condensació no està bé. O sigui, nosaltres teníem la planta vale... (Mira a A1) És que la pressió de la càmera (riu en). Teníem la planta i no hi havia cap goteta, no hi havia res de condensació i la vam obrir i al obrir-la i treure-la, a tota la part de sota (de la bossa de plàstic que la contenia) va haver-hi condensació.						E		
A9	Per el canvi de...		E						
P	Què passava? Com que a dintre allò estava tancat i tenia una temperatura..., com?							E	
A9	Calenta.		E						
P	Més calenta. En obrir, com que a fora estava més fred...							E/S	
A9	(Mou la mà com indicant la gota que s'enganxa) Pam!		E						
P	Més fred i "pam" es va condensar. Les vam deixar el cap de setmana, a passar el pont, aquí sobre de la taula. Les vam regar, però curiosament.... Mira a A1: Què va passar quan les vam obrir, com estaven, humides o seques?							E/S	
A5	Humides.		E						
P	Humides! Van estar més contentes tancades que obertes. Perquè són plantes d'interior. Aquest matí les pobres tenien totes les fulles així (caigudes). Les he regat i les he tornat a tapar. I ara després ens les mirarem.							E/DT	

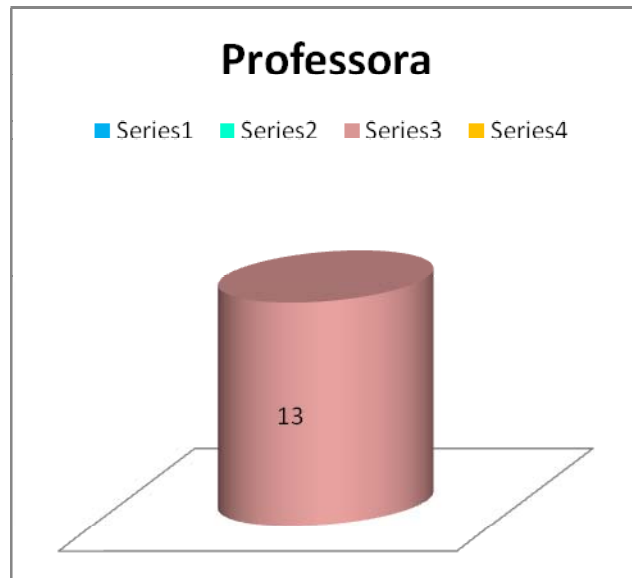
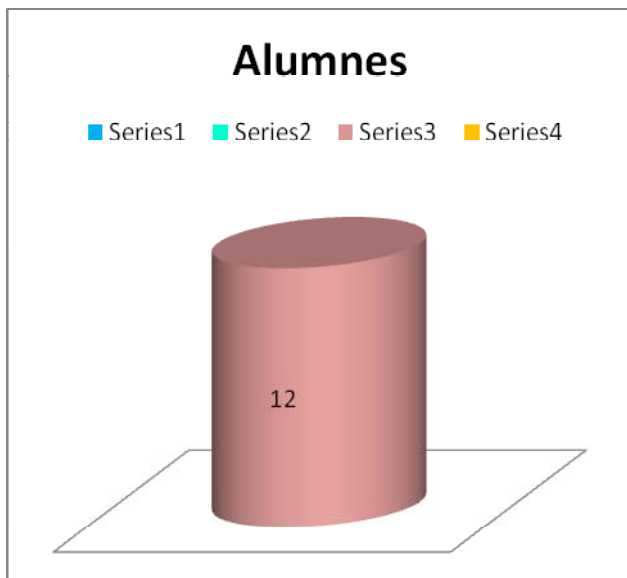
Procés de modelització.



Fragment 10.- Tres mesos després. Pràctica d'observació d'estomes.

		Alumnes				Professora			
		4.- Connexió Mòn.	3.- Correlació conceptual	2.- Conceptualització maqueta	1.- Organització i construcció	1.- Organització i construcció	2.- Conceptualització maqueta	3.- Correlació conceptual	4.- Connexió Mòn.
	Al cap d'un temps de fer la pràctica de la conca hidrogeològica (uns tres mesos), vam fer una pràctica per observar els estomes de la falguera, que els alumnes que van fer l'ESO al nostre Institut ja van fer a 1r d'ESO, però els altres no havien fet. Serveix per recordar els conceptes de transpiració i d'intercanvi de gasos.								
P	Això té a veure amb el que vam fer de l'evapotranspiració, no? Per què que vam parlar? Què vam dir a la pràctica de l'evapotranspiració?							P	
Alumnes	Els porus.	R							
P	Els porus aquests? Què vam dir d'aquests porus?							P	
A9	Que treien... (<i>mou les mans cap amunt</i>).	R							
P	Que treien què? Què és el que treien?							P	
A9	Treien aigua.	R							
P	Treien aigua. Molt bé! I això com es diu?							A/P	
Alumnes	Alguns diuen Evapotranspiració i alguns transpiració.	R							
P	Això es diu evapotranspiració?							P	
Alumnes	No, no, transpiració.	R							
P	Molt bé! Es diu transpiració, per tant surt aigua. Què més passa per aquí? Aquests porus a part de l'aigua							A/P	
A9	S'obren i es tanquen.	R							
P	Sí s'obren i es tanquen, segons les necessitats de la planta, per aquí passa alguna altra cosa més. Aquesta planta té una capa impermeable, que la protegeix contra la dessecació, vale? Què entra i surt per aquí?							P	
Alumnes	Oxigen.	R							
P	Oxigen. Molt bé! L'oxigen perquè entra?							A/P	
Alumnes	Per fer la respiració.	R							
P	I surt com a producte de...?							P	
Alumnes	De la fotosíntesi (<i>flux</i>).	R							
P	De la fotosíntesi. Molt bé! No tingueu por. I en canvi, l'altra cosa que també entra i surt. Què és?							A/P	
A1	Diòxid de carboni.	R							
P	Molt bé, A1! Aquest diòxid de carboni entra per fer què?							A/P	
Alumnes	La fotosíntesi.	R							
P	I surt com a producte de la...?							P	
Alumnes	Respiració	R							
P	De la respiració. Molt bé!							A	

Procés de modelització.



GUIÓ DE LA PRÀCTICA DE LA CONCA HIDROGEOLÒGICA

TREBALL PRÀCTIC

Simulem una conca hidrogeològica

✓ Unes preguntes per començar, abans de fer la pràctica

Abans de començar amb la pràctica hauríem de reflexionar sobre el que sabem del cicle de l'aigua. Per veure el que sabeu cal que contesteu les preguntes següents:

- 1- Per què diem **cicle de l'aigua** i no **camí de l'aigua**?
- 2- On va l'aigua de pluja que cau sobre els continents? Quins **camins** segueix.



Experiment: The hydrological basin

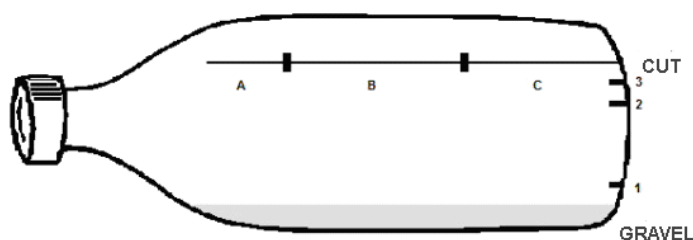
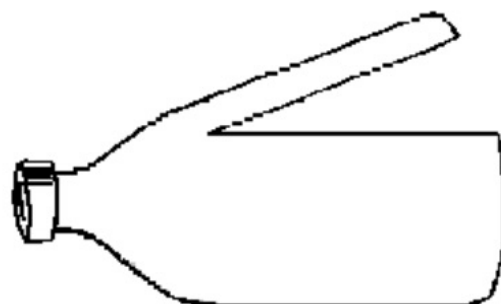
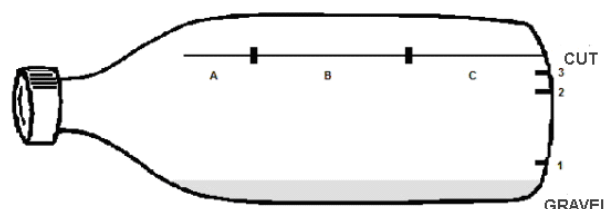
What you need

- ✓ Empty 5 L (or more) transparent mineral water plastic bottle
- ✓ Three 50 cl plastic bottles
- ✓ Plastic transparent glasses or transparent tubes or bottles
- ✓ White gravel
- ✓ Sand
- ✓ Potting Compost
- ✓ Wipes
- ✓ A small plant
- ✓ Wrapping film
- ✓ Rubber band or string
- ✓ Spoon
- ✓ Knife
- ✓ Adhesive/insulating ta



The activity. First day

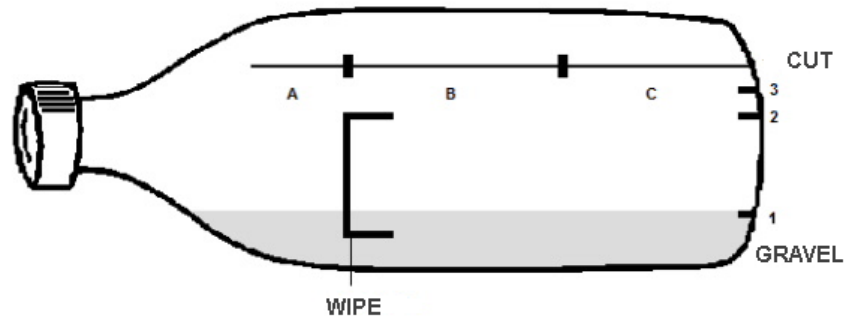
- ✓ In this hands-on experiment we will do a simulation that will allow us to study the water cycle in an easy, simplified but still very effective way. We will also work on the concepts of the hydrological basin system and aquifers (underground water).
- ✓ You have to be very careful in following the instructions you will be given to build the basin as well as observing the phenomena involved when you study what is happening. In this way we will be able to study a lot of concepts that are hard to understand and visualize when studied only in theory.
- ✓ You have to **work in groups of three** and talk about everything that you observe. You have to **read the instructions carefully** and **ask** me whenever you don't understand something.
- ✓ From time to time we will stop and do a **plenary** to share what you are experimenting and learning.
- ✓ Take an empty 5 litres (or more) transparent mineral water bottle and cut it as you see in the picture. Cut the top part, from the rear to the front, leaving a little of the front part, the one near the *neck*, without cutting.
- ✓ Open it and put white gravel on the bottom of the bottle making a thin layer a little below nº 1, as you see in the drawing and in the picture.



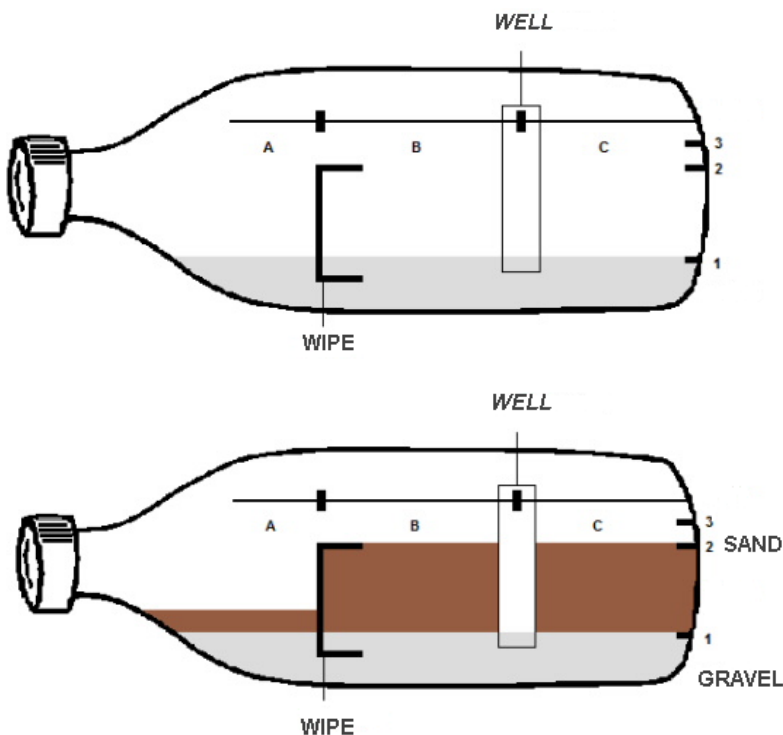
Roser Nebot



- ✓ Now you have to add the wipe. To do it, you have to fold one of the ends and put it on the gravel at a quarter of distance from the bottle's neck. Put it upright as if it were a wall and continue adding gravel to both sides of the wipe until you arrive to n° 1.



- ✓ Add the tube that will simulate a well in B area, more or less in the middle between the place where the wipe is and the bottom of the bottle (see diagram and picture). Be careful to place the tube touching the wall of the bottle, because this way we will be able to see what happens inside *the well* during the activity.

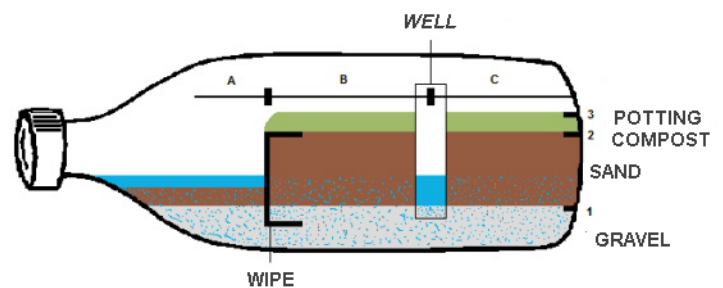


- ✓ Now you have to add sand to both sides of the wipe, but you have to add double the amount to the part behind the wipe than to part at the front of the bottle (see diagram and picture).



- ✓ Fold the wipe towards the bottom of the bottle, i.e. into the side where there is more sand.

- ✓ Cover the wipe and the sand of this part with a fine layer of potting compost, till n° 3.

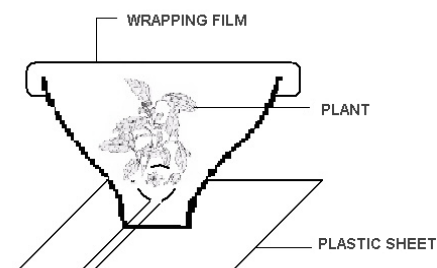


- ✓ Now it is the time to insert your plant. The plant has to be really small.

- ❖ Cut up the upper part of the 50 cl plastic bottle and put it upside down and carefully lower it over the plant covering it. Use the wrapping film to cover the plant and tie it with a string or with a rubber band.



- ❖ Before planting it put a plastic sheet as seen in the diagram to isolate the plant from the potting compos



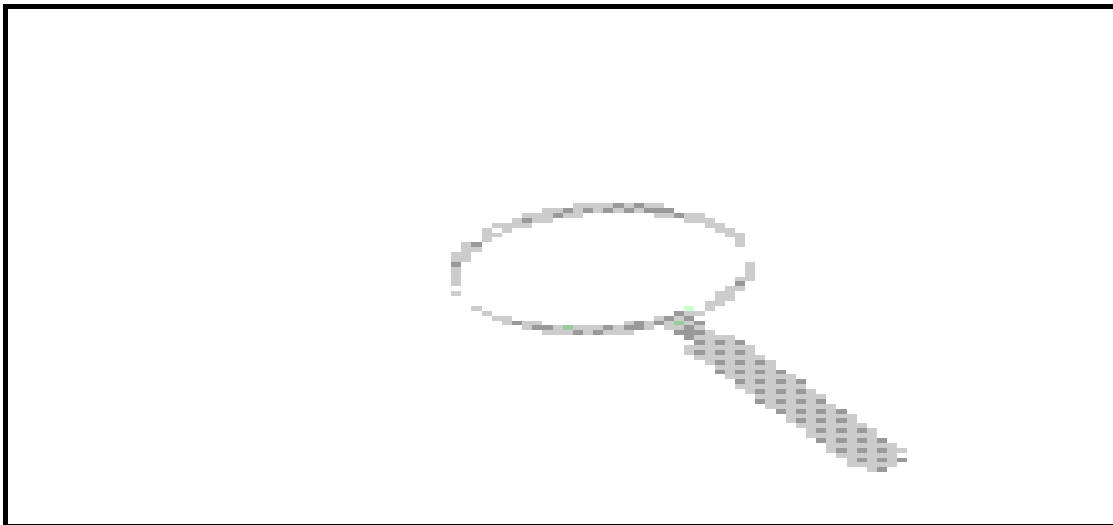
- ❖ Plant it in the potting compost, between the bottom of the bottle and the well.

- ✓ And the moment to introduce water in the simulation has arrived. Take two plastic bottles and use them as watering cans. Make some little holes in the cap to let the water go out. Water over the part where the potting compost is. Do this slowly.

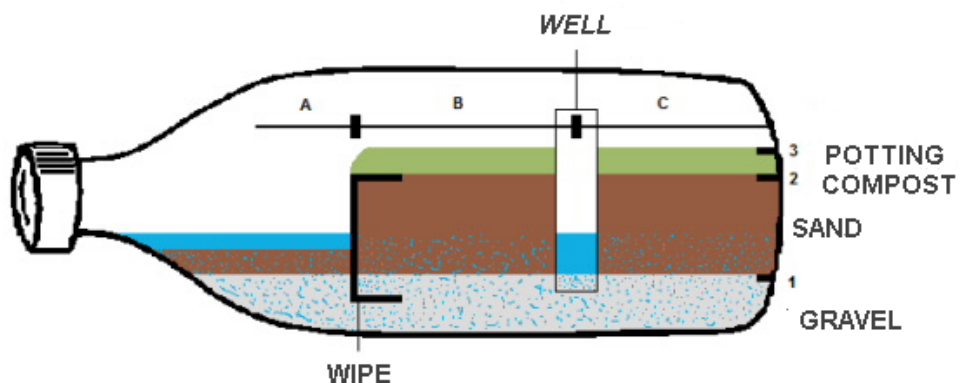


- ✓ While you are watering, stop from time to time and observe the gravel and the sand while the water is filling. What does the water do?

✓ **REPORT**



- ✓ Water until a little *lake* forms in the part near the neck.



- ✓ Make a mark at the surface of the lake water. Make another mark which shows the underground water level.
- ✓ Close the lid you have created and tape it such as there won't be contact with the air outside.
- ✓ We will put half of the basins in a shady place and rest in a sunny place and we will leave them there for a week.



The activity. Second day.

- ✓ Look at the mark we made in the ground-water level. Has it changed?
- ✓ Comment with your partner why do you think it happened? Later in the plenary we will talk all together about it.
- ✓ Does the well have water?

YES/NO

YES/NO

- ✓ Make a drawing to show the water level in the well and the underground-water level.



Evaporation and transpiration

- ✓ Note if your basin was in the Sun or in the shade and say if you see little water drops on the inside of the roof of the bottle.

Our *basin* was in _____ (the Sun/the shade) and we (see/don't see) _____ water drops on the inside roof of the bottle. Comment with your partner why you think this happened? Later in the plenary we will talk all together about it.

- ✓ Take the seal from the bottle and open *the lid*. If it has water, dry it.

There are water droplets/ There are no water droplets

- ✓ Check the wrapping film from the plant and note if there are water droplets. Discard the wrapping film.

There are water droplets/ There are no water droplets

- ✓ Check the interior of the bottle. Are there water droplets? Note this. Clean the inside of the bottle.

There are water droplets/ There are no water droplets

- ✓ Cover the plant again with new wrapping film in the same way you did the other day.
- ✓ Now, in the **plenary** we will discuss the origin of these water droplets. So, after having talked about it you have learnt the little water droplets in the top part of the bottle come from _____. The little droplets on the wrapping film that cover the plant come from _____.
- ✓ It is possible that you haven't been able to observe the drops on the wrapping film. To observe the phenomenon better we will prepare a parallel experiment.



Experiment: Transpiration

What you need

- ✓ Leafy pot plant
- ✓ Large, clear plastic bag
- ✓ String
- ✓ Saucer of water

- ❖ Take a leafy pot plant, turn the bag upside down and carefully lower it over the plant. Enclose all the leaves.
- ❖ Use the string to tie the bag around the stem, leaving the soil exposed to the air.



- ❖ Put the saucer of water under the pot and leave the plant for a few days. Keep the soil moist.

Aquest any ho hem fet sense posar aigua a sota.





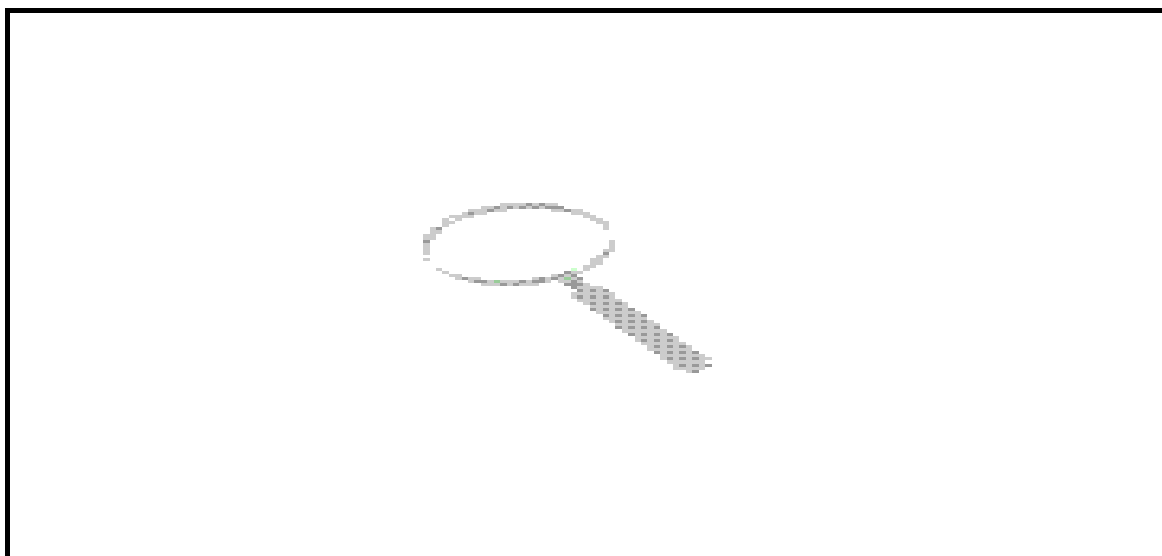
Experiment: Overexploitation, contamination and sea- water intrusion

What you need

- ✓ Two big plastic syringes
- ✓ The watering bottles we used the other day
- ✓ Colouring
- ✓ Salt

Overexploitation

- ✓ We will take water from the well with the syringes until the lake dries, we will over-pump the well. We are going to simulate the overexploitation of the aquifer. So, what does overexploitation mean?



- ✓ Then we will water again to recreate the starting situation.

Contamination and sea-water intrusion

Half of the class will study contamination and half of the class will study sea water intrusion.

- ✓ **Contamination:** add some drops of colouring to the lake water.
- ✓ **Sea-water intrusion:** add salt to the lake water, stir and turn it into a sea.

For all the groups:

- ✓ You have to close again your basin and tape it as the other day. Those who had put the basin in the Sun last week will now put it in the shade, and vice versa.



The activity. Third day.



Experiment: Overexploitation, contamination and sea- water intrusion. Part II.

What you need

- ✓ Two big plastic syringes
 - ✓ Conductivity sensor
- ✓ **Before opening** the model reply the following questions:



- ❖ Are there water droplets in the ceiling of your bottle?
So, is there condensation?



- ❖ Compare it with what happened last week. This condensation comes from water evaporation, so the models in the Sun should have more evaporation and thus condensation (more water droplets in the bottle's ceiling). Is that what happened?

✓ **Open the lid and answer:**

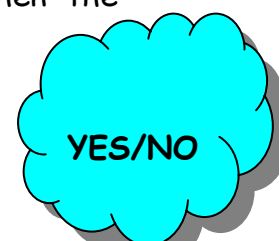
- ❖ Has the contamination (colouring) reached the well?

Contamination	<p>has reached</p> <p>hasn't reached</p>	the water in the well
---------------	------------------------------------------	-----------------------

- ❖ If contamination hasn't reached the well, over-pump again and write what happens, following the previous sentences.

Contamination...

- ❖ Has salt reached the well? Do a hypothesis and then the conductivity test to answer.



Conductivity test.

	Sea	Well
Conductivity		

Salt	has reached	the water in the well
	hasn't reached	

- ❖ If salt hasn't arrived to the well, overexploit and make the test again.

Water intrusion	has reached	the water in the well
	hasn't reached	

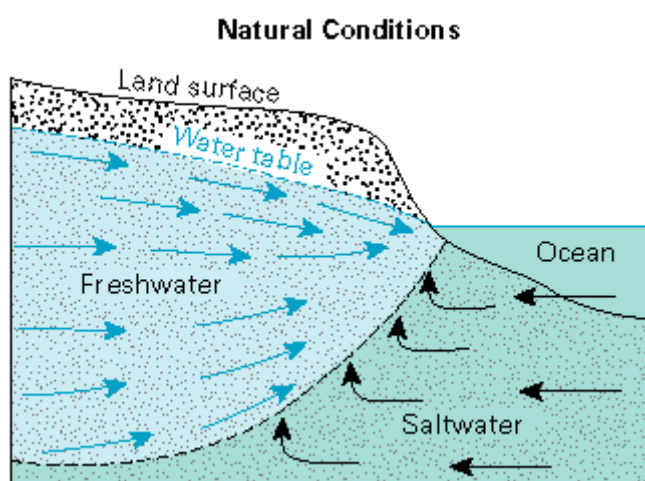
All the water cycle set-up drawings were made by Lorena García de la Casa.

✓ Plenary

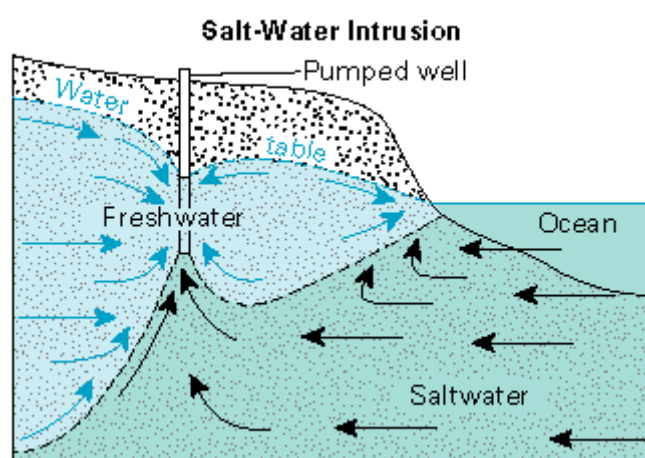
Before continuing we are going to share what has happened in the contamination simulations and in the water intrusion simulations. To **report orally** you have to use the sentences in the tables.

Sea-water intrusion

One of the main problems in coastal areas is sea-water intrusion



As people overexploit underground water (aquifers) in coastal areas to irrigate crops or to be used by the industry, fresh water backs away and salty water replaces it.



The relationship between fresh and saline groundwater in a costal aquifer

Saltwater is denser than fresh water, that is why saltwater is _____ (below/above) fresh water. The position of the boundary between fresh and saline water is related to

the different density of the two water

In natural conditions salt water is not able to enter the aquifer because of the pressure from the fresh water, as seen in the first drawing.

www.eoearth.org/article/Groundwater

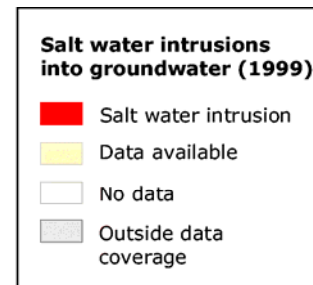
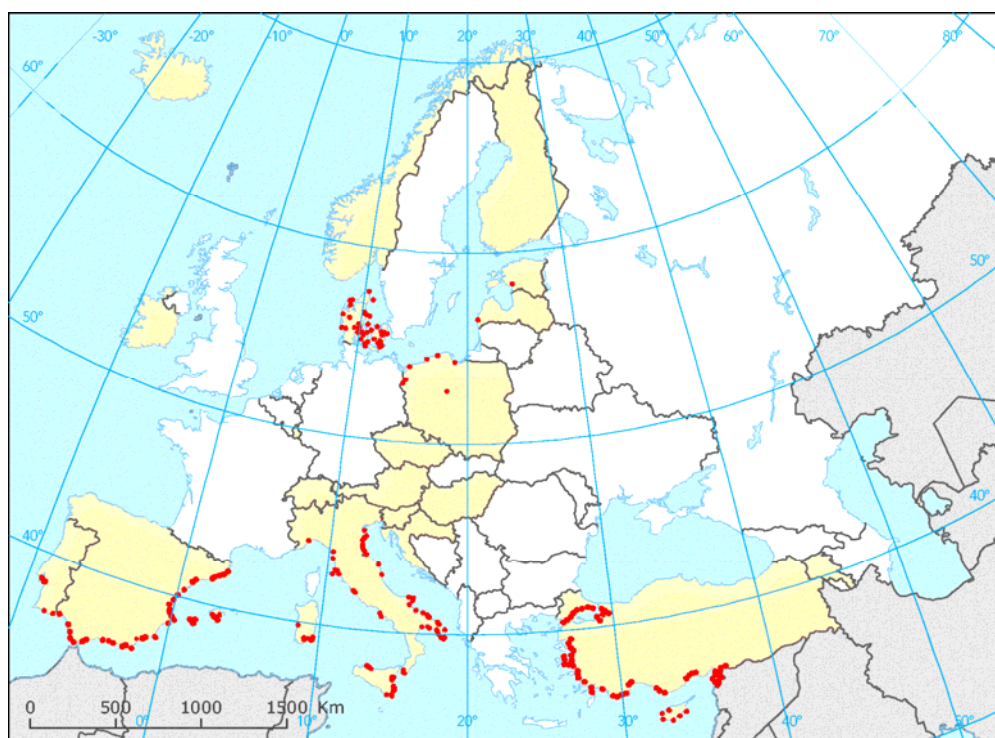
Fill the **gaps** with the words you will find below the exercise

When people pump water in excess (_____), fresh water pressure diminishes and salt water goes inside the aquifer. That process is called _____ and causes the _____ of the aquifer.

Saline intrusion

Overexploitation

Salinisation

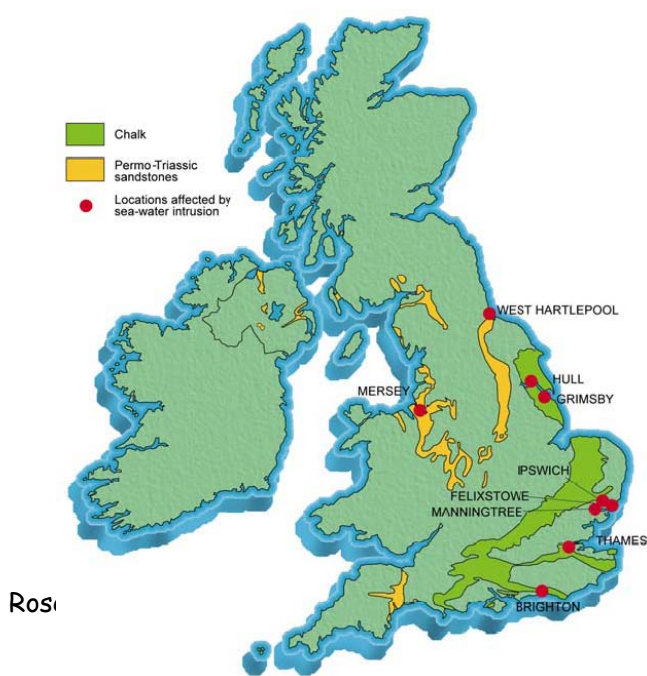


<http://dataservice.eea.europa.eu/atlas/viewdata/viewpub.asp?id=2230>

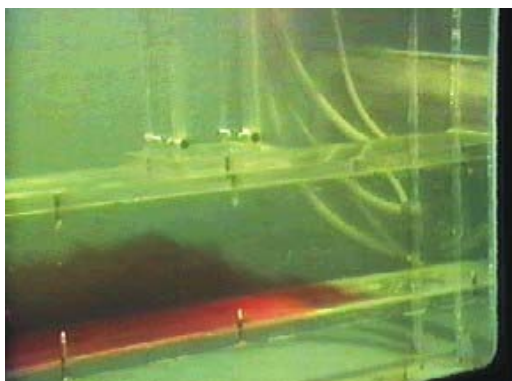
✓ What are the red dots in the Europe map?

✓ What are the dots on the Great Britain coastline? (see next page)

✓ Why are there fewer dots on the Great Britain coast than on the Mediterranean coast?



http://naturalresources.nsw.gov.au/salinity/solutions/solutions_book01.htm#what



- ✓ In this simulation of marine intrusion, is the water in red saltwater or freshwater?

The red water is _____.

<http://www.qub.ac.uk/waves/outfall/saline.htm>

- ✓ Now we will study which aspect of the hydrological cycle is represented in each part of our model. **Tick in each case what is correct. In some cases more than one possibility is correct.**

1.-The underground water level has been changing through the activity. When we **took all the water out of the well** with the syringe we simulated:

☐ Rain

☐ Overexploitation

☐ Drought

☐ Infiltration

2.-When we **watered** with the bottle, we simulated:

- + Rain
- + Overexploitation
- + Drought
- + Infiltration

3.-When we covered the plant with wrapping film we wanted to study:

- + Respiration
- + Transpiration
- + Condensation
- + Evaporation

4.-We left the bottles in the sun and in the shade for one week. What was the difference between the inside surface on the top of our bottles in both situations?

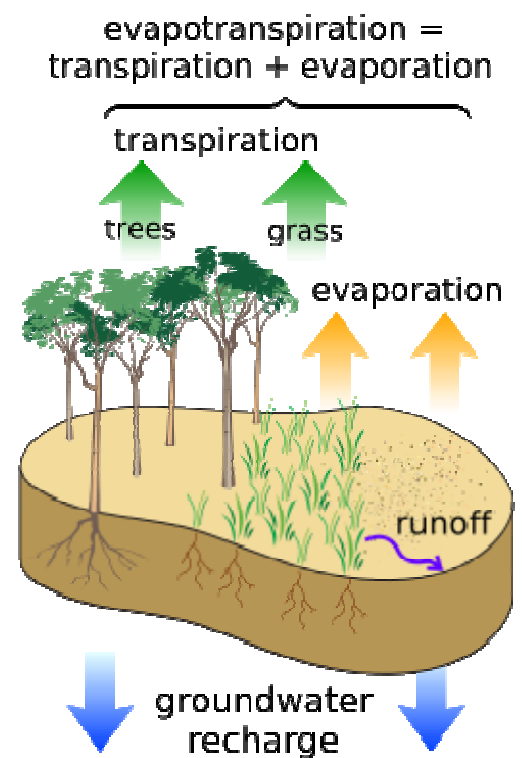
- + There was condensation (water drops hanging from the top) only in the bottles that were in the sun.
- + There was condensation (water drops hanging from the top) in both cases.

- ✚ There was condensation (water drops clinging hanging from the top) only in the bottles that were in the shadow.

5.-What do the drops on the inside top surface represent?

6.-What is the difference between transpiration and evaporation?

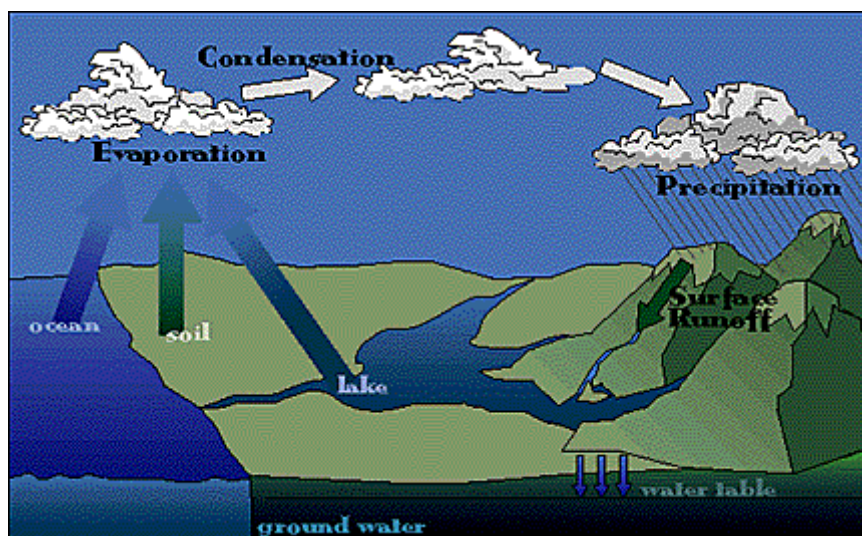
7.-So evapotranspiration is....



Water Cycle

Water continually circulates between the surface of Earth and its atmosphere in what is called the hydrologic or water cycle. Responding to heat energy from the Sun, water in oceans, lakes, swamps, rivers, plants and even in your body can turn into water vapour.

Water in the atmosphere condenses around condensation nuclei as it cools to form clouds. Once the droplets of condensed water vapour are too heavy to remain in the atmosphere, they fall to Earth as precipitation. Rain, snow, fog and dew are all forms of precipitation.



After the precipitation reaches the surface of Earth, it does one of four things. It can either be absorbed by plants, percolate through the soil to become ground water, run off the surface into streams and rivers becoming surface water and eventually flowing into the oceans, or evaporate.

Water is a major force in the sculpting of Earth's surface and is an important means of transporting the energy that drives atmospheric circulation. Although water covers three-fourths of the surface of Earth, water represents a relatively small percentage of Earth's total volume a 3-foot diameter model of Earth would have only one cup of water. Thus, water is actually relatively very scarce.

To finish we will study the **hydrological balance** in a basin

To answer the questions you have to think about what you learnt with the experiment and read the text about the water cycle, as well as have a look at the different water cycle diagrams you have. We talk about hydrological balance because the inputs in the basin have to equal the outputs.

1.-Which are the water inputs in the system?

✚ Surface runoff

✚ Infiltration (percolation)

✚ Transpiration and evaporation = Evapotranspiration

✚ Precipitation (rain, snow...)

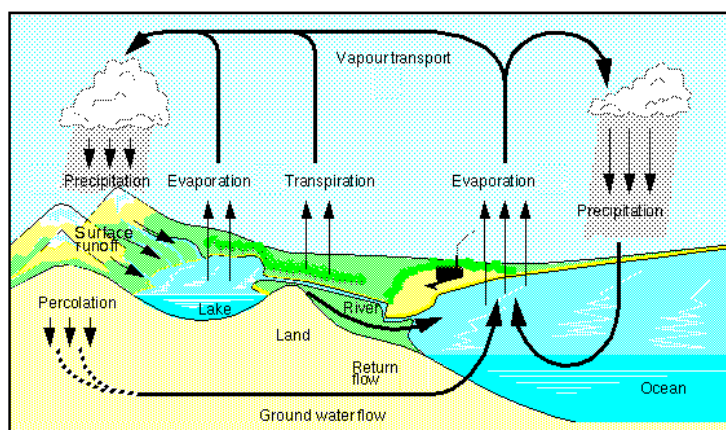
2.-Which are the water outputs?

- ✚ Runoff
- ✚ Infiltration (percolation)
- ✚ Transpiration and evaporation = Evapotranspiration
- ✚ Precipitation (rain, snow...)

3.-Which process is also called run-on?

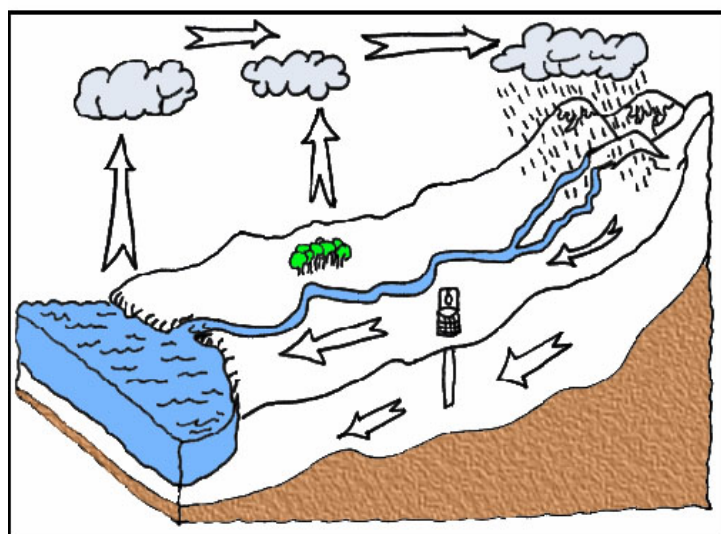
Application exercises

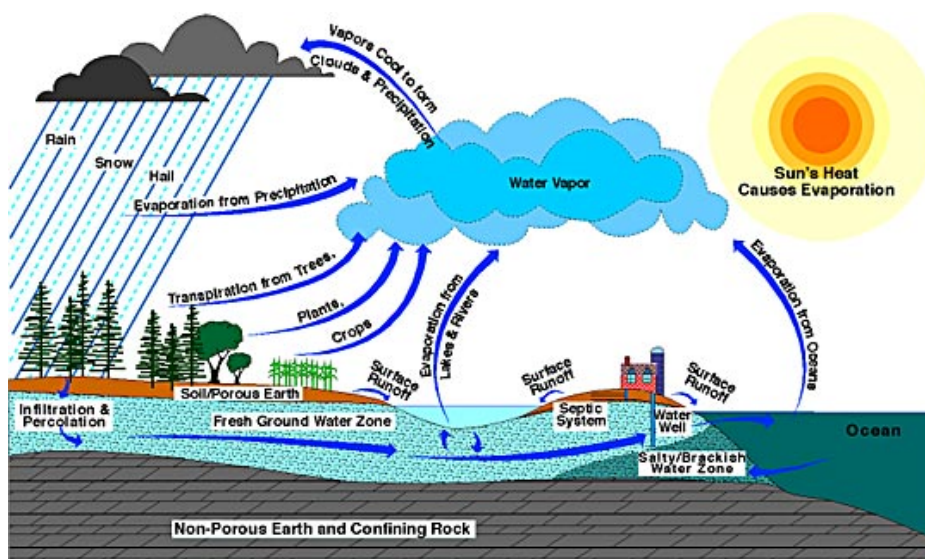
- ✓ Label the following concepts:



Courtesy Erich Roeckner, Max Planck Institute for Meteorology

- ❖ Precipitation
- ❖ Runoff
- ❖ Infiltration/Percolation
- ❖ Evapotranspiration





<http://www.co.greene.pa.us/secured/gc/images/pics/hydo-cycle.jpg>

- ✓ Remember what we learnt in the activity **Dew point, clouds and fog**, and explain in which way this water cycle representation is better than the others you have in this lesson.



- ✓ And the last question: do you think it rains over the sea?

www.uen.org/.../uploads/5446_a_duck.jpg



Cicle hidrològic o cicle de l'aigua

L'aigua no roman estacionària sobre la Terra, sinó que existeix un moviment continu d'una zona a una altra, en el que es denomina cicle hidrològic o cicle de l'aigua. Aquest cicle és un procés de **tres etapes** en el qual l'aigua dels oceans i els continents passa a l'atmosfera en forma de vapor on es condensarà i precipitarà sobre la superfície terrestre, des d'on retornarà al mar. L'energia necessària perquè es produeixi aquest cicle prové de la radiació solar.

El cicle de l'aigua a nivell de conca hidrogràfica

L'aigua del planeta es renova contínuament a partir dels constants moviments que experimenta en produir-se el cicle de l'aigua. A escala local s'estableix una unitat de territori: la **conca hidrogràfica**. Aquesta unitat és la base que permet estudiar els fluxos d'aigua a un nivell més concret i valorar les quanties d'aigua disponibles com a recurs hídric.

Una **conca hidrogràfica** és una zona del terreny on l'aigua i els sediments drenen una llera comuna. És una formació natural dotada de propietats hidrogeològiques, físiques, químiques i biològiques comunes que configuren aspectes diversos: clima, litologia, paisatge, etc. Està formada per un gran nombre de corrents, el volum dels quals augmenta aigües avall. Es comença amb petits rierols, gairebé sense aigua, fins arribar a torrents i rius que desguassen en grans rius que porten aigua al mar.

La unitat de conca pot variar d'acord amb l'escala i els objectius de l'estudi. Així podem parlar de la conca de l'Amazones, que ocupa pràcticament la meitat d'un continent, o de la conca d'un petit rierol local, com el Congost.

Les variables que intervenen en el sistema conca són:

- **Entrades d'aigua: precipitació.**

L'aire carregat de vapor puja a les capes fredes de l'atmosfera (entre -20°C i -30°C), en les quals es produirà la condensació; apareixen petits cristalls de gel, gotes d'aigua freda i vapor. En aquestes condicions, els cristalls de gel s'aglomeren, el seu volum augmenta i es tornen més pesats; en arribar a una dimensió determinada es desprenen del núvol i formen flocs de neu que, per efecte de la gravetat, descendeixen i travessen les capes atmosfèriques progressivament més càlides, fins arribar a temperatures superiors a 0°C . En aquest moment, els cristalls passen de l'estat sòlid al líquid i es converteixen en pluja. A les capes més baixes de l'atmosfera, les gotetes d'aigua es mantenen en suspensió en el aire, xoquen entre elles i formen gotes més grans que donen lloc a precipitacions. Les precipitacions poden ser en forma de rosada, gel, calamarsa o neu.

Normalment no es produeixen entrades d'aigua de conques veïnes (tot i que pot passar). Si no hi ha entrades des de conques veïnes els **processos de resposta** a l'entrada de l'aigua són de tres tipus:

- **Esgorrimient o esgorrentia superficial.**

En arribar a terra, una part de les precipitacions circula en superfície cap a la xarxa hidrogràfica i per acció de les aigües salvatges o a través de les lleres dels rius i torrents, arriba a les extensions d'aigua lliure: llacs, mars, etc.

- **Esgorrimient o esgorrentia subterrània: la infiltració.**

En el camí cap al mar es produeix una **infiltració** d'aigua cap al subsòl que forma l'**esgorrentia subterrània**, que dona aliment a els **aqüífers** d'aigües subterrànies (reserva d'aigua del sòl).

L'aigua a més d'emmagatzemar-se ens els aqüífers subterranis, també pot emmagatzemar-se a la superfície, en llacs o embassaments superficials. El sistema d'escorrentia, infiltració i emmagatzematge és interactiu ja que hi ha un flux continu entre tots els sistemes.

- **Processos de tornada de l'aigua a l'atmosfera: evaporació, transpiració i evapotranspiració**

L'aigua dels oceans i dels continents, per l'acció del Sol, s'**evapora** i passa a l'atmosfera en forma de gas. També els éssers vius (biosfera) aporten vapor d'aigua a l'atmosfera mitjançant la **transpiració**, que és especialment important a les grans masses forestals. Normalment s'utilitza el terme **evapotranspiració** per referir-se a la suma dels processos d'**evaporació** i **transpiració** que aporten vapor d'aigua a l'atmosfera.

Balanç hídric

El **balanç hídric d'una conca** descriu perfectament la hidrologia d'una zona determinada i reflecteix la relació entre les aportacions d'aigua (precipitacions), les sortides (evapotranspiració) i les descàrregues subterrànies o superficials (escorrentia subterrània i superficial).

Consisteix en l'avaluació d'**entrades** i **sortides** d'aigua d'aquesta unitat. L'aigua que entra a una conca per precipitació, pot sortir-ne de tres maneres: per evapotranspiració, per drenatge superficial i per drenatge subterrani. El volum de drenatge subterrani dependrà del tipus de terreny drenat per la conca; així una conca amb una roca mare impermeable tindrà un drenatge subterrani petit o nul, i tota l'aigua líquida que surti de la conca ho farà per escurriments superficials.

El **balanç hídric** es pot referir a una determinada àrea del territori o a tota una **conca hidrogràfica**.

El moviment de l'aigua a la hidrosfera compleix aquest fórmula:

Precipitació = Evapotranspiració + Escorriment

Escorriment = Escorriment superficial + Infiltració


$$P = ET + Es + I$$

Aquesta part és comuna amb el treball d'Elena Gayan.

BIBLIOGRAFIA

ADÚRIZ-BRAVO, A., GARÓFALO, J, GRECO, M i GALAGOVSKY, L. (2005). Modelo didáctico analógico: marco teórico y ejemplos. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra. VII Congreso, 1-6.

ADÚRIZ-BRAVO, A. i IZQUIERDO-AYMERICH (2009), M. Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, Año 4 Nro. Especial 1, 40-49.

ANGULO, F. (2002). *Aprender a enseñar ciencias: Análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de secundaria, basada en la metacognición*. Tesis doctoral presentada al Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona.

COUSO, D. (2002). *Análisis del contenido del discurso de los profesores de ciencias de secundaria en el diseño de unidades didácticas de forma cooperativa*. Tesis doctoral presentada al Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona.

GALAGOVSKY, L. i ADÚRIZ-BRAVO, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales: El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242.

GALAGOVSKY, L. i GRECO, M. (2009). Uso de analogías para el "aprendizaje sustentable": El caso de la enseñanza de los niveles de organización en sistema biológicos y sus propiedades emergentes. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, Año 4 Nro. Especial 1, 10-33.

IGLESIAS, F. (2010). Analogías utilizadas habitualmente en la enseñanza de química básica en la ESO. Barcelona: *Alambique. Didáctica de la Ciencias Experimentales*, nº 64, pp.86-98.

JORBA, J., GÓMEZ, I., PRAT, A. (ed). (1998) *Parlar i escriure per aprendre. Ús de la llengua en situacions d'ensenyament-aprenentatge des de les àrees curriculars*. Universitat Autònoma de Barcelona: ICE.

MÁRQUEZ, C., IZQUIERDO, M., ESPINET, M. (2003). Comunicación multimodal en la clase de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 21 (3), 371-386.

MORTIMER, E.F. i SCOTT, P.H. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. Philadelphia, USA: Open University Press.

OLIVA, J.M., ARAGÓN, M.M., MATEO, J i BONAT, M. (2001). Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 453-470.

ROCA, M. (2007). Preguntas para favorecer el diálogo entre alumnado, profesorado y conocimientos. Barcelona. Ed. Graó. *Aula de Innovación educativa* nº 159.

ROCA, M. (2008). *Les preguntes en l'aprenentatge de les ciències*. Tesis doctoral presentada al Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona.

SANMARTÍ, N. (2002). *Didáctica de las ciencias naturales en la educación secundaria obligatoria*. Síntesis. Madrid.

SCOTT, P, AMETLLER, J. (2007). Teaching science in a meaningful way: striking a balance between opening up and closing down classroom talk. *School Science Review*, 88(324), 77-83.

TAMIR, P. i WOOLNOUGH, B (ed). (1991). *Practical Science. Practical work in school science: an analysis of current practice*, 13-20. Open University Press. Milton Keynes.